



<http://portaildoc.univ-lyon1.fr>

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 011

**FLUIDOTHÉRAPIE ET RÉCUPÉRATION ACTIVE CHEZ
LE CHEVAL DE SPORT – ANALYSE DES PRATIQUES
VÉTÉRINAIRES ET SPORTIVES**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 6 juin 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

CAMPTORT Thomas

CAMPUS VÉTÉRINAIRE DE LYON

Année 2025 - Thèse n° 011

**FLUIDOTHÉRAPIE ET RÉCUPÉRATION ACTIVE CHEZ
LE CHEVAL DE SPORT – ANALYSE DES PRATIQUES
VÉTÉRINAIRES ET SPORTIVES**

THESE

Présentée à l'Université Claude Bernard Lyon 1
(Médecine – Pharmacie)

Et soutenue publiquement le 6 juin 2025
Pour obtenir le titre de Docteur Vétérinaire

Par

CAMPTORT Thomas

Liste des enseignants

29/08/2024

Mme	ABITBOL	Marie	Professeur
M.	ALVES-DE-OLIVEIRA	Laurent	Maître de conférences
Mme	ARCANGIOLI	Marie-Anne	Professeur
Mme	AYRAL	Florence	Maître de conférences
Mme	BECKER	Claire	Professeur
Mme	BELLUCO	Sara	Maître de conférences
Mme	BENAMOU-SMITH	Agnès	Maître de conférences
M.	BENOIT	Etienne	Professeur
M.	BERNY	Philippe	Professeur
Mme	BLONDEL	Margaux	Maître de conférences
M.	BOURGOIN	Gilles	Maître de conférences
Mme	BRASSARD	Colline	Maître de conférences (stagiaire)
M.	BRUTO	Maxime	Maître de conférences
M.	BRUYERE	Pierre	Maître de conférences
M.	BUFF	Samuel	Professeur
M.	BURONFOSSE	Thierry	Professeur
M.	CACHON	Thibaut	Maître de conférences
M.	CADORÉ	Jean-Luc	Professeur
Mme	CALLAIT-CARDINAL	Marie-Pierre	Professeur
Mme	CANNON	Leah	Maître de conférences (stagiaire)
M.	CHABANNE	Luc	Professeur
Mme	CHALVET-MONFRAY	Karine	Professeur
M.	CHANOIT	Guillaume	Professeur
M.	CHETOT	Thomas	Maître de conférences
Mme	DE BOYER DES ROCHES	Alice	Professeur
Mme	DELAGNETTE-MULLER	Marie-Laure	Professeur
Mme	DJELOUADJI	Zorée	Professeur
Mme	ESCRIOU	Catherine	Maître de conférences
M.	FRIKHA	Mohamed-Ridha	Maître de conférences
M.	GALIA	Wessam	Maître de conférences
M.	GILLET	Benoit	Maître de conférences
Mme	GILOT-FROMONT	Emmanuelle	Professeur
M.	GONTHIER	Alain	Maître de conférences
Mme	GREZEL	Delphine	Maître de conférences
Mme	HUGONNARD	Marine	Maître de conférences
Mme	JEANNIN	Anne	Inspecteur en santé publique vétérinaire
Mme	JOSSON-SCHRAMME	Anne	Chargée d'enseignement contractuelle
M.	JUNOT	Stéphane	Professeur
M.	KODJO	Angeli	Professeur
Mme	KRAFFT	Emilie	Maître de conférences
Mme	LAABERKI	Maria-Halima	Professeur
Mme	LAMBERT	Véronique	Maître de conférences
Mme	LE GRAND	Dominique	Professeur
Mme	LEBLOND	Agnès	Professeur
Mme	LEDOUX	Dorothée	Maître de conférences
M.	LEFEBVRE	Sébastien	Maître de conférences
Mme	LEFRANC-POHL	Anne-Cécile	Maître de conférences
M.	LEGROS	Vincent	Maître de conférences
M.	LEPAGE	Olivier	Professeur
Mme	LOUZIER	Vanessa	Professeur
M.	LURIER	Thibaut	Maître de conférences
M.	MAGNIN	Mathieu	Maître de conférences
M.	MARCHAL	Thierry	Professeur
Mme	MOSCA	Marion	Maître de conférences
M.	MOUNIER	Luc	Professeur
Mme	PEROZ	Carole	Maître de conférences
M.	PIN	Didier	Professeur
Mme	PONCE	Frédérique	Professeur
Mme	PORTIER	Karine	Professeur
Mme	POUZOT-NEVORET	Céline	Professeur
Mme	PROUILLAC	Caroline	Professeur
M.	RACHED	Antoine	Maître de conférences
Mme	REMY	Denise	Professeur
Mme	RENE MARTELLET	Magalie	Maître de conférences
M.	ROGER	Thierry	Professeur
M.	SAWAYA	Serge	Maître de conférences
M.	SCHRAMME	Michael	Professeur
Mme	SERGEANTET	Delphine	Professeur
Mme	STORCK	Fanny	Professeur
M.	TORTEREAU	Antonin	Maître de conférences
Mme	VICTONI	Tatiana	Maître de conférences
M.	ZENNER	Lionel	Professeur

Remerciements au jury

À *Monsieur le Professeur **Alain CALENDER***,
De la faculté de Médecine de Lyon,
Pour m'avoir fait l'honneur d'accepter la présidence de mon jury de thèse,
Mes hommages respectueux.

À *Madame le Docteur **Agnès BENAMOU-SMITH***,
Du campus Vétérinaire de Lyon, VetAgro Sup,
Pour m'avoir fait l'honneur d'encadrer ma thèse,
Pour son aide précieuse tout au long de ce travail,
Mes sincères remerciements.

À *Madame le Docteur **Monika GANGL***,
Du campus Vétérinaire de Lyon, VetAgro Sup,
Pour l'intérêt porté à mon travail,
Pour son soutien et ses conseils dans mon parcours,
Sincères et profonds remerciements.

Table des matières

LISTE DES ANNEXES	11
LISTE DES FIGURES.....	13
LISTE DES TABLEAUX.....	17
LISTE DES ABREVIATIONS.....	19
INTRODUCTION.....	21
PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES THÉRAPIES LIQUIDIENNES INTRAVEINEUSES EN COMPÉTITION.....	23
I. LA MEDICALISATION EN COMPÉTITION : UN CADRE RÉGLEMENTAIRE STRUCTURE A L'ÉCHELLE NATIONALE ET INTERNATIONALE	23
1. <i>Les textes législatifs sur la médicalisation en compétition</i>	24
a. Médicalisation des chevaux en compétition internationale	24
b. Médicalisation des chevaux en compétition nationale	25
c. Médicalisation des athlètes humains en compétition internationale	26
d. Médicalisation des athlètes humains en compétition nationale	26
e. Médicalisation : traitement ou dopage ?.....	27
f. Évolution et mises à jour des textes règlementaires.....	29
2. <i>Les autorisations de traitement</i>	30
a. Autorisation de traitement en compétition internationale pour le cheval	30
b. Autorisation de traitement en compétition nationale pour le cheval	31
c. Autorisation de traitement en compétition internationale pour les athlètes humains.....	31
d. Autorisation de traitement en France pour les athlètes humains.	32
3. <i>Les sanctions</i>	34
a. La compétence disciplinaire.....	34
b. Sanctions en compétition nationale pour des cas de dopage animal :	34
c. Sanctions en compétition internationale pour des cas de dopage animal :	34
d. Sanctions en compétition nationale et internationale pour des cas de dopage humain :	34
e. Cas de jurisprudence.....	35
II. DE L'ÉVOLUTION DU STATUT DES ANIMAUX A LA NECESSITE D'UNE ETHIQUE DU SPORT.....	39
1. <i>Statuts des animaux : du bien marchand à l'être sensible</i>	40
a. Code Civil de 1804 : l'animal un bien marchand.....	40
b. Loi Grammont de 1850 : la fin des mauvais traitements en public.....	40
c. Décret de 1959 : la fin de notion de public.....	40
d. 1963 : Reconnaissance de l'acte de cruauté.....	40
e. 1976, l'animal un être sensible dans le code rural	40
f. 2015, l'animal un être sensible dans le code civil.....	40
g. Certificat d'engagement de connaissance, loi de 2021	41
h. Avril 2022 : le rapport « Bien-être équin, Recommandations pour les Jeux Olympiques de Paris 2024 »	41
2. <i>Pratique éthique de la médecine des chevaux de sport</i>	42
a. Éthique et sports équestres.....	42
b. Vétérinaire : une profession réglementée.....	42
c. Vétérinaire : un garant de la santé et du bien-être	43
3. <i>Approche principiste de Beauchamp et Childress : abord éthique de la médecine du sport</i>	45
a. Les quatre principes éthiques de Beauchamp et Childress	45
b. Respect de l'autonomie	47
c. Bienfaisance / Bientraitance	48
d. Non malfaisance – Non maltraitance	49
e. Justice.....	50
III. FLUIDOTHERAPIE EN COMPÉTITION ET RECUPERATION ACTIVE	52
1. <i>La récupération active</i>	53
a. Étude chez l'athlète humain	53
i. Influence sur l'élimination du lactate	53
ii. Influence sur la fréquence cardiaque	54

iii.	Influence sur la synthèse en glycogène	55
b.	Étude chez le cheval	56
i.	Influence sur l'élimination du lactate	56
ii.	Influence sur la fréquence cardiaque	56
iii.	Influence sur la synthèse en glycogène	57
2.	<i>Les facteurs de récupération</i>	59
a.	Les indices biologiques	59
i.	Métabolisme énergétique à l'effort	59
ii.	Synthèse des phosphagènes	63
iii.	Métabolisme du lactate	64
b.	L'appareil locomoteur	65
i.	Réponse musculaire à l'effort	65
ii.	Récupération musculaire	65
c.	La nutrition	66
i.	Les besoins énergétiques du cheval de sport	67
ii.	Les réserves glucidiques	68
iii.	Les réserves lipidiques	69
iv.	Les réserves en acides aminés	69
v.	Les électrolytes :	70
d.	Les thérapeutiques complémentaires	71
i.	Les temps de repos	71
ii.	Les massages	72
iii.	Les étirements	72
iv.	La thermothérapie	73
v.	La cryothérapie	73
vi.	Le laser	74
vii.	La balnéothérapie	75
3.	<i>Indications de la fluidothérapie en compétition</i>	76
a.	Rappel du cadre réglementaire	76
b.	Chez l'athlète humain	77
c.	Chez l'athlète équin	79

PARTIE II : ENQUETE DE TERRAIN SUR LES PRATIQUES, LES ATTENTES ET LES RESULTATS DE LA FLUIDOTHERAPIE EN COMPETITION 85

I.	MATERIEL ET METHODE	85
1.	<i>Objectifs</i>	85
2.	<i>Questionnaire à destination des vétérinaires :</i>	85
a.	Format du questionnaire et collecte des données	85
b.	Critères d'entrée	86
c.	Analyse des résultats	86
3.	<i>Questionnaire à destination des cavaliers, propriétaires et entraîneurs :</i>	87
a.	Format du questionnaire et collecte des données	87
b.	Critères d'entrée	87
c.	Analyse des résultats	88
II.	RESULTATS	89
1.	<i>Questionnaire à destination des vétérinaires :</i>	89
a.	Profil des répondants et pratique générale	89
i.	Analyse descriptive	89
ii.	Influence de la discipline sur le niveau à partir duquel la perfusion est utilisée	92
iii.	Influence de la discipline sur les circonstances privilégiées pour la perfusion	92
b.	Facteurs de décision pour la perfusion	93
i.	Analyse descriptive	93
ii.	Principaux critères utilisés en fonction de la discipline	95
c.	Mise en œuvre pratique de la perfusion	96
i.	Analyse descriptive	96
ii.	Corrélation entre débit et durée de perfusion	99
d.	Suivi post perfusion	100
i.	Analyse descriptive	100

ii.	Impact des disciplines (CCE ou endurance) sur l'utilisation du monitoring cardiaque et l'évaluation de l'état 103	
2.	<i>Questionnaire à destination des cavaliers propriétaires et entraîneurs</i> :.....	105
a.	Profil des répondants et pratiques générales.....	105
i.	Analyse descriptive	105
ii.	Influence de la discipline sur le niveau à partir duquel la perfusion est utilisée	108
iii.	Relations entre les autres variables	109
b.	Motivations pour l'utilisation de perfusions.....	109
i.	Analyse descriptive	109
ii.	Corrélation entre le caractère systématique de la perfusion et l'utilisation de mesures physiques	112
iii.	Relations entre les autres variables	112
c.	Bénéfices souhaités de la perfusion	113
i.	Analyse descriptive	113
ii.	Corrélation entre les critères :	113
d.	Pratiques d'alimentation en compétition	113
i.	Analyse descriptive	114
ii.	Corrélation entre hydratation et supplémentation :	114
III.	DISCUSSION	116
1.	<i>Réponses aux objectifs de l'étude</i>	116
a.	Questionnaire à destination des vétérinaires.....	116
b.	Questionnaire à destination des cavaliers, propriétaires et entraîneurs	117
2.	<i>Limite de l'étude</i>	117
a.	Biais de sélection	117
b.	Biais de non-réponse	117
c.	Biais de déclaration	118
d.	Biais de compréhension	118
	CONCLUSION	119
	BIBLIOGRAPHIE	121
	ANNEXES	137

LISTE DES ANNEXES

ANNEXE 1 : QUESTIONNAIRE A DESTINATION DES VETERINAIRES EN FRANÇAIS.	137
ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE A DESTINATION DES VETERINAIRES EN ANGLAIS.....	143
ANNEXE 3 : RESULTATS DU QUESTIONNAIRE A DESTINATION DES VETERINAIRES.....	149
ANNEXE 4 : QUESTIONNAIRE A DESTINATION DES CAVALIERS, PROPRIETAIRES ET ENTRAINEURS.	155
ANNEXE 5 : RESULTATS DU QUESTIONNAIRE DES CAVALIERS, PROPRIETAIRES ET ENTRAINEUR.	161
ANNEXE 6 : CHOISIR DES ELECTROLYTES POUR CHEVAL DE SPORT	169

LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Structure des textes réglementaires relatifs à la médicalisation en compétition	24
Figure 2 : Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition international	25
Figure 3 : Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition nationale.	26
Figure 4 : Règlementation de la fluidothérapie sur des humains en compétition.	27
Figure 5 : Arbre décisionnel pour classer les substances et méthodes selon la WADA.....	28
Figure 6 : Autorisation des traitements des chevaux en compétition FEI.....	31
Figure 7 : Autorisation de traitements des chevaux en compétition FFE, SHF.	31
Figure 8 : Autorisation de traitements des athlètes humains en compétition	32
Figure 9 : Les différentes modalités de traitement des athlètes en compétition	33
Figure 10 : Sanctions prévues par le tribunal FEI en cas de fluidothérapie non approuvée par le VD ou la VC	35
Figure 11 : Sanctions prévues pour la fluidothérapie en compétition.	37
Figure 12 : Principales motivations des vétérinaires dans les traitements des chevaux de sport.....	39
Figure 13 : Évolution du statut réglementaire des animaux en France depuis 1804.....	41
Figure 14 : Les principaux articles du Code Rural et de la Pêche Maritime qui réglementent les pratiques des vétérinaires de chevaux de sport.....	43
Figure 15 : Proposition d'une méthode basée sur la théorie de Campbell pour une prise de décision éthique en médecine vétérinaire du sport.....	44
Figure 16 : Modèles déductifs et inductifs utilisés dans l'élaboration des quatre principes éthiques de Beauchamp et Childress	46
Figure 18 : Illustration du principe de « Respect de l'autonomie » en médecine vétérinaire	48
Figure 19 : Illustration du principe de bienfaisance - bientraitance adapté en médecine vétérinaire	49
Figure 20 : Illustration du principe de « Non-malfaisance » / « non-maltraitance » adapté en médecine vétérinaire.....	49
Figure 21 : Illustration du principe de « Justice » adapté en médecine vétérinaire	50
Figure 22 : Illustration d'une proposition de démarche éthique pour les vétérinaires, basée sur l'approche principiste en médecine du sport	51
Figure 23 : Les définitions de la fluidothérapie	52
Figure 24 : Types et périodes de récupération.....	53
Figure 25 : Taux de lactates sanguin immédiatement après une série d'exercices supra maximaux et dans les trente minutes qui suivent, lors d'une récupération active (●) ou passive (○) chez neuf joueurs de hockey modérément entraînés	54
Figure 26 : Représentation schématiques des mécanismes à l'origine de la diminution de la pression artérielle après l'effort.....	55
Figure 27 : Glycogène musculaire en fonction du type de récupération active ou passive (n = 8)	55
Figure 28 : Concentration en lactate sanguine dans les 4 groupes de récupération	56
Figure 29 : Rythme cardiaque en fonction de la vitesse de récupération après l'effort : repos, marche, petit trot, trot rapide	57
Figure 30 : Les principaux effets de la récupération active sur les lactates, la fréquence cardiaque et le métabolisme du glycogène chez l'Homme et le cheval	58
Figure 31 : Proportion d'énergie fournie par les métabolismes aérobie et anaérobie au cours de différentes disciplines.....	60
Figure 32 : Schéma bilan de la glycolyse, la β -oxydation des acides gras, le cycle de Krebs et la chaîne de transport des électrons.....	63
Figure 33 : La resynthèse de phosphocréatine pendant la récupération d'une contraction isométrique soutenue	63
Figure 34 : Métabolisme du lactate	64
Figures 35 : Les réactions d'un muscle soumis à un stress.....	65
Figure 36 : Évolution d'une souffrance musculaire à l'effort	66

Figure 37 : Variations de la dépense énergétique du cheval en fonction de la vitesse	68
Figures 38 : Concentration en électrolytes du plasma, de la sueur avec et sans fatigue	70
Figure 39 : Les 5 recommandations sur le sommeil des athlètes humains du consensus de 2021.	72
Figure 40 : Effets de la cryothérapie d'après Kunkle (Kunkle et al., 2021).....	74
Figure 41 : Effets du LASER chez le cheval adapté de (Touzot-Jourde et al., 2016) et (de Jesus et al., 2014).	75
Figure 42 : Principales stratégies de récupération des réserves énergétiques et du système musculosquelettique. (figure T.Camptort)	76
Figure 43 : Principaux effets indésirables de la fluidothérapie d'après (Pomroy et al., 2020b) et (Basset et al., 2013)	77
Figure 44 : Principales indications de la fluidothérapie IV en compétition chez l'Homme et le cheval. (figure T.Camptort)	83
Figure 45 : Catégories, sous catégories et questions associés à l'enquête auprès des vétérinaires (N°= numéro de la question).	87
Figure 46 : Catégories, sous catégories et questions associés à l'enquête auprès des cavaliers, propriétaires et entraîneurs. (N°= numéro de(s) la(les) question(s)).....	89
Figure 47 : Répartition des vétérinaires répondants en fonction de la discipline	90
Figure 48 : Représentation graphique du moment où les vétérinaires pratiquent la perfusion en compétition.....	90
Figure 49 : Représentation graphique du niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée par les vétérinaires	91
Figure 50 : Représentation graphique de la variable « circonstances ».....	91
Figure 51 : Histogramme illustrant le niveau de compétition (une deux ou trois étoiles) auquel les vétérinaires ont recours à la pratique de la perfusion (complet et endurance).....	92
Figure 52 : Histogramme des conditions (environnement, épreuve, transport) où les vétérinaires ont eu recours à la perfusion en complet et en endurance	93
Figure 53 : Représentation graphique des critères motivant l'administration d'une perfusion	94
Figure 54 : Représentation graphique de l'utilisation de la prise de sang avant la perfusion	94
Figure 55 : Représentation graphique des éléments utilisés dans la prise de sang.....	95
Figure 56 : Représentation graphique des critères de décision de perfusion en fonction des disciplines (CCE, endurance).....	95
Figure 57 : R-plot de la table de contingence entre discipline (CCE, endurance) et l'utilisation du critère cardiaque (oui ou non).....	96
Figure 58 : Représentation graphique du volume de fluide administré par les praticiens.....	97
Figure 59 : Représentation graphique des substances ajoutées à la perfusion	97
Figure 60 : Représentation graphique de la durée d'une perfusion	98
Figure 61 : Diagramme en boîte de la durée nécessaire à l'administration de 10L.....	98
Figure 62 : Représentation graphique des différentes modalités de fixation du cathéter	99
Figure 63 : Représentation graphique des pratiques de fixation de la tubulure au licol.....	99
Figure 64 : Comparaison des débits de perfusion en fonction de la durée moyenne de perfusion (* = p<0,05)	100
Figure 65 : Accès à l'aliment, l'eau et méthode de contention des chevaux pendant la perfusion	101
Figure 66 : Représentation graphique des principaux critères d'efficacité observés par les vétérinaires au cours des perfusions.....	102
Figure 67 : Effets observés au cours de la perfusion	102
Figure 68 : Distribution des fréquences d'observation des effets secondaires	103
Figure 69 : Comparaison des proportions de vétérinaires utilisant le cardiaque et l'impression d'un cheval plus « en forme » selon la discipline (CCE, endurance), (*=p<0,05)	104
Figure 71 : Répartition des réponses de répondants, avec « succès » équivalent à au moins une réponse juste sur les questions de réglementation de la perfusion	106
Figure 72 : Représentation graphique de la fréquence (rarement ou fréquemment) d'utilisation de la perfusion des répondants.....	107

Figure 73 : Représentation graphique du niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée	107
Figure 74 : Représentation graphique de l'acceptabilité de la perfusion par le public selon les participants	108
Figure 75 : Diagramme en barre (R plot) du niveau de compétition (une deux ou trois étoiles) où les participants ont eu recours à la perfusion en complet et en endurance	108
Figure 76 : Représentation graphique du caractère systématique de la perfusion	110
Figure 77 : Représentation graphique des situations dans lesquelles la perfusion s'avère la plus pertinente.	110
Figure 78 : Représentation graphique du contexte d'utilisation de la perfusion	111
Figure 79 : Représentation graphique des critères cliniques associés à l'utilisation de la perfusion	111
Figure 80 : Représentation graphique des paramètres mesurés associé à l'utilisation de la perfusion	111
Figure 81 : Représentation graphique de la quantité de fluide souhaité par les participants.....	112
Figure 82 : Représentation graphique des bénéfices attendus après une perfusion	113
Figure 83 : Représentation graphique de l'utilisation d'aliment hydraté	114
Figure 84 : Représentation graphique de la supplémentation en électrolytes.....	114

LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 : PUISSANCE, DELAIS, BESOIN EN DIOXYGENE ET TEMPS AVANT L'APPARITION DE LA FATIGUE DES QUATRE VOIES METABOLIQUES CHEZ LE CHEVAL.....	59
TABLEAU 2 : COMPOSITION EN FIBRES, TENEUR EN GLYCOGENE ET EN TRIGLYCERIDES DU MUSCLE GLUTEUS CHEZ DIFFERENTES RACES.....	67

LISTE DES ABREVIATIONS

AAI : Acides aminés indispensables
ADP : Adénosine diphosphate
AFLD : Agence française de lutte anti-dopage
AGNE : Acide gras non estérifié
ATP : Adénosine triphosphate
AUT : Autorisation d'usage à des fins thérapeutiques
BPM : Battements par minutes
CCE : Concours complet d'équitation
CEI : Concours d'endurance international
CK : Créatine kinase
CSO : Concours de saut d'obstacle
DC : Débit cardiaque
DSH : Déshydratation
EADCMRs : Equine anti-doping and controlled medication regulations
EBM : Evidence based medicine
ECG : Électrocardiogramme
EPSL : Equine prohibited substances list
FAD : Flavine adénine dinucléotide
FC : Fréquence cardiaque
FCmax : Fréquence cardiaque maximale
FEI : Fédération équestre internationale
FFE : Fédération Française d'Équitation
HAS : Haute Autorité de Santé
HI : Haute Intensité
INRA : Institut National de Recherche pour l'Agriculture, l'alimentation et l'environnement
INSEP : Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance
IV : Intraveineux
MADC : Matière azoté digestible
MCT : Monocarboxylate transporter
NAD : Nicotinamide adénine dinucléotide
NEC : Note d'état corporel
NR : Non renseigné
NREM : Non-rapid eye movement
PA : Pression artérielle
Pi : Phosphate inorganique
PO : Per os
PTV : Permitted Treating Veterinarian
PV : Poids vif
R : Récupération
REM : Rapid eye movement
RSV : Résistance vasculaire systémique
SHF : Société Hippique Française
SMIC : Substances et méthodes interdites en compétition
SMIP : Substances et méthodes interdites en permanence
TRC : Temps de recoloration capillaire
UTMB® : Ultra trail du mont blanc
VC : Commission vétérinaire
VD : Vétérinaire délégué

VES : Volume d'éjection systolique
 VO_{2max} : Vitesse O_2 maximale
WADA : World Anti-Doping Agency

INTRODUCTION

Dans le cadre des compétitions de haut niveau, le cheval de sport est soumis à des contraintes physiques intenses et celles-ci nécessitent des stratégies de récupération pour tenter d'optimiser performance et bien être. La quête de performance dans le domaine équestre impose une compréhension fine des mécanismes de récupération et des pratiques médicales qui les sous-tendent. En ce sens, la fluidothérapie, en tant qu'acte de médicalisation, joue un rôle complexe et parfois controversé dans le processus de récupération qu'il convient d'analyser de façon rigoureuse.

La fluidothérapie est fréquemment utilisée comme une méthode pour faciliter la récupération post-effort ou après un long transport. Si la littérature scientifique actuelle fait consensus pour son utilisation dans des cas de déshydratation sévère ou de pathologies médicales (désordres électrolytiques, déséquilibres acido-basiques), il n'en est rien pour son utilisation dans le cadre de la récupération. Son usage dans un contexte post-effort sur un cheval ne présentant pas d'affections particulière est – à la lumière des connaissances actuelles – empirique, fondée sur l'expérience des praticiens et des acteurs du cheval.

D'autres stratégies de récupération peuvent être mises en place, notamment la « récupération active ». Cette stratégie maintient le cheval en mouvement et on peut dire qu'elle n'est pas compatible avec une fluidothérapie (durant laquelle le cheval doit-être immobile) si la chronologie n'est pas bien réfléchi. Il se pose alors la question de savoir quelle technique de récupération le vétérinaire averti se doit de privilégier ? Notre étude n'est pas une comparaison entre les différentes méthodes de récupération, et nous nous focaliserons sur la fluidothérapie. **Nous nous attacherons à fournir des éléments de règlementations, d'éthique et des données scientifiques pour guider le choix des praticiens dans l'utilisation de la fluidothérapie en compétition.**

Cette étude se centrera sur la fluidothérapie intraveineuse chez les athlètes équins, spécifiquement les plus concernés : ceux pratiquant l'endurance équestre et le concours complet. Pour autant, des parallèles pertinents peuvent être établis avec les chevaux de course ou d'autres disciplines sportives.

Afin de placer ces pratiques dans un contexte plus large notre étude adoptera une approche comparative avec les pratiques de fluidothérapie en compétition chez l'Homme. Cette transversalité permettra de comprendre certaines pratiques utilisées chez le cheval sur la base de données scientifiques disponibles uniquement chez l'Homme. Les différences observées entre les pratiques chez les sportifs chevaux et humains seront questionnées pour proposer des explications et des suggestions au fil de notre propos.

La première partie, bibliographique, examine le cadre réglementaire entourant la médicalisation en compétition pour les athlètes équins et humains, en mettant un accent particulier sur les différences en matière de fluidothérapie. L'analyse bibliographique se tourne ensuite vers les enjeux éthiques de la médecine sportive vétérinaire, en s'appuyant sur l'approche principiste de Beauchamp et Childress, déjà utilisée dans la médecine sportive humaine. Cette approche n'est, à notre connaissance, pas utilisée en pratique vétérinaire et permet d'aborder la médecine du sport dans un cadre éthique. La troisième sous-partie explore l'efficacité de la fluidothérapie en compétition, en se fondant sur les connaissances actuelles.

Dans une seconde partie analytique, nous proposons une étude de terrain des pratiques en matière de récupération et fluidothérapie observées par le biais de questionnaires adressés aux vétérinaires et aux propriétaires de chevaux d'endurance et de complet.

PARTIE I : ÉTUDE BIBLIOGRAPHIQUE DES THÉRAPIES LIQUIDIENNES INTRAVEINEUSES EN COMPÉTITION

Introduction :

La fluidothérapie intraveineuse occupe une place centrale dans la gestion des chevaux de compétition, particulièrement dans les situations d'urgence telles que la déshydratation sévère, la rhabdomyolyse d'effort ou les coups de chaleur. Pour autant, son utilisation suscite des interrogations qui touchent à la fois aux cadres réglementaires, aux principes éthiques et aux fondements scientifiques

Le cadre réglementaire varie selon le type de compétition (nationale ou internationale) et l'instance sportive responsable, ce qui complique la prise de décision sur le terrain. Ensuite, les principes éthiques interviennent dans la prise de décision, car le vétérinaire doit évaluer non seulement la conformité au règlement, mais aussi l'impact de la fluidothérapie sur l'équité sportive et le bien-être du cheval dont il est déontologiquement et réglementairement le garant. Enfin, les bases scientifiques permettent d'évaluer les indications cliniques, les bénéfices réels sur la récupération et les risques associés à cette pratique.

Cette partie s'articule donc autour de ces trois axes fondamentaux : la réglementation, l'éthique et les données scientifiques.

I. La médicalisation en compétition : un cadre règlementaire structuré à l'échelle nationale et internationale

La compétition sportive est soumise à une réglementation visant à garantir l'équité, l'intégrité physique et morale des athlètes.

L'organisation des textes réglementaires entre les sportifs humains et les chevaux de compétition diffère très nettement (**figure 1**).

Les sportifs humains sont soumis à une même réglementation quel que soit le niveau de compétition et la fédération délégataire. En effet, c'est le Code Mondial Antidopage qui régit toutes les pratiques médicamenteuses et interventions médicales. Il est élaboré par la WADA (World Anti-Doping Agency).

Le cadre réglementaire dédié aux chevaux de compétition quant à lui varie en fonction de la fédération délégataire :

- Les compétitions nationales : FFE (Fédération Française d'équitation) ou SHF (Société Hippique Française) sont régies par le Code du Sport ;
- Les compétitions internationales : FEI (Fédération Équestre Internationale) sont régies par les règlements FEI.

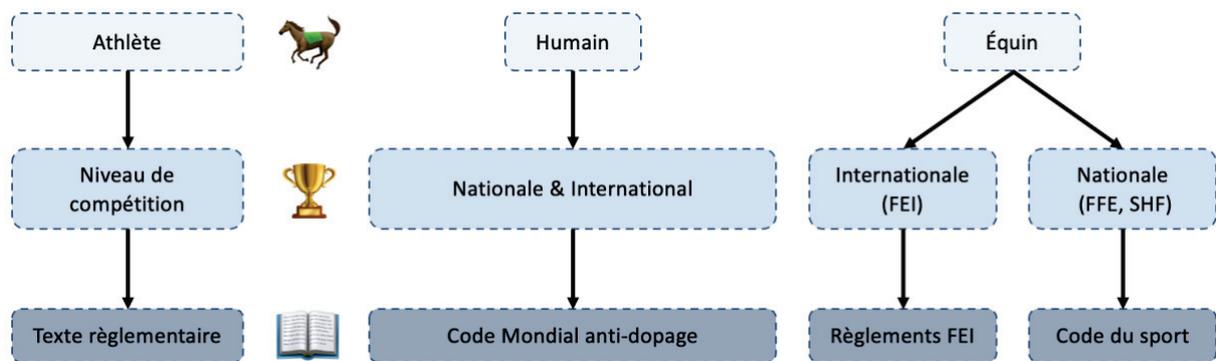


Figure 1 : Structure des textes réglementaires relatifs à la médicalisation en compétition. (figure T.Camptort)

Dans cette partie, nous étudierons les textes réglementaires en vigueur sur la médicalisation en mettant l'accent sur la fluidothérapie en compétition puis nous traiterons la question des autorisations de traitement et des sanctions pour les athlètes équins et humains.

1. Les textes législatifs sur la médicalisation en compétition

a. Médicalisation des chevaux en compétition internationale

Le cadre réglementaire pour la médicalisation en compétition équine internationale est défini par deux textes :

- EADCMRs (Equine Anti-Doping and Controlled Medication Regulations) quatrième édition en vigueur depuis le premier janvier 2025. (FEI, 2025)
- Veterinary Regulations quinzième édition en vigueur depuis le premier janvier 2025. (FEI, 2025)

La liste des substances interdites EPSL (Equine Prohibited Substances List) est fixée par la FEI (fédération équestre internationale) et révisée annuellement, et se divise en 2 parties distinctes : (FEI, 2025)

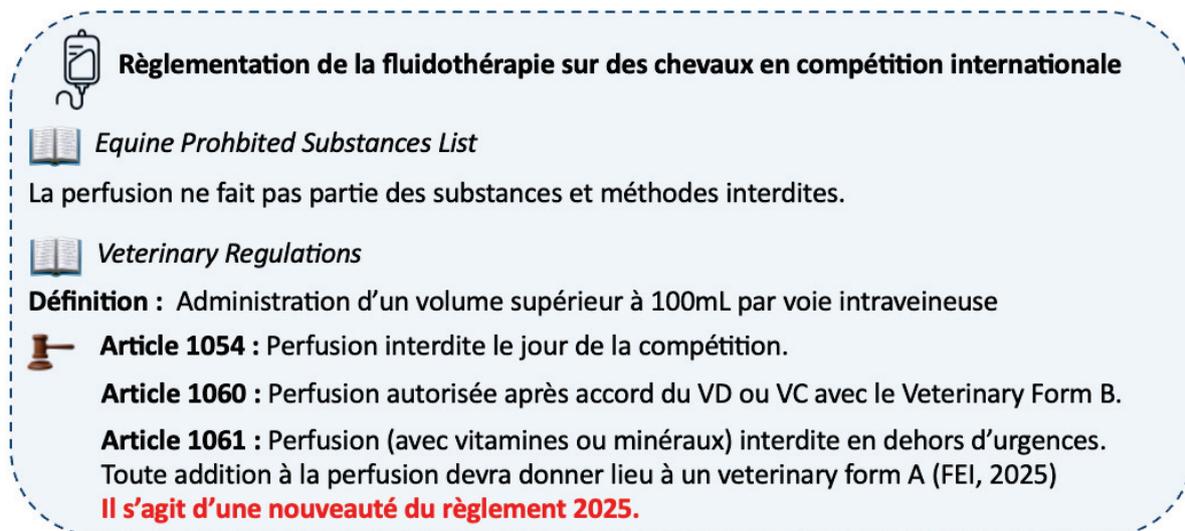
- « Banned substances » : liste des substances interdites en permanence (y compris hors compétitions)
- « Controlled substances » : liste des substances interdites en compétition (et qui implique des temps d'attente)

Sauf indication contraire dans le Règlement Sportif applicable à la discipline, la période en compétition commence une heure avant le début de la première inspection des chevaux et se termine une demi-heure après l'annonce des résultats finaux de la dernière épreuve du concours.

L'administration de traitements médicaux injectables lors des compétitions ne peut être réalisée que par certains vétérinaires. En effet, sauf exceptions, les vétérinaires autorisés à intervenir sur des chevaux en compétition FEI sont les vétérinaires PTV (Permitted Treating Veterinarian). Avant la période de compétition et durant la compétition, ils doivent remplir un formulaire (Veterinary Form) et l'accord du VD (Vétérinaire Délégué) ou de la VC (Commission Vétérinaire) pour être autorisé à administrer un traitement. Spécifiquement, une fluidothérapie simple d'au moins 10 Litres ne peut être administrée à partir de 8h (endurance) ou 12h (complet) avant l'inspection initiale. (FEI, 2025)

Les stratégies des contrôles et leur mise en œuvre relèvent de la compétence de la FEI et du tribunal FEI. (FEI, 2025)

La perfusion est définie comme l'administration d'une solution avec un volume supérieur à 100mL par voie intraveineuse (Veterinary Regulations). Donnée seule et non complétement, elle ne fait pas partie de l'EPSL mais son utilisation est interdite durant la période de compétition hors urgence (articles 1054, 1060 et 1061 du Veterinary Regulations) (**figure 2**). La réglementation 2025, toute récente, sur la complémentation des perfusions vise à mieux contrôler leur utilisation, les perfusions additionnées de divers produits mal contrôlés ayant été observés ces dernières années.



Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition internationale

 *Equine Prohibited Substances List*
La perfusion ne fait pas partie des substances et méthodes interdites.

 *Veterinary Regulations*
Définition : Administration d'un volume supérieur à 100mL par voie intraveineuse

 **Article 1054 :** Perfusion interdite le jour de la compétition.

Article 1060 : Perfusion autorisée après accord du VD ou VC avec le Veterinary Form B.

Article 1061 : Perfusion (avec vitamines ou minéraux) interdite en dehors d'urgences.
Toute addition à la perfusion devra donner lieu à un veterinary form A (FEI, 2025)

Il s'agit d'une nouveauté du règlement 2025.

Figure 2 : Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition international. (figure T.Camptort)

b. Médicalisation des chevaux en compétition nationale

En France, le cadre réglementaire de la médicalisation en compétition équine est défini par le Code du Sport Livre II « Acteurs du sport », Titre IV « Lutte contre le dopage animal ». L'article L.241-2 de ce Code, par arrêté du 2 mai 2011 fixe la liste des substances interdites pour les chevaux en compétition. Notons que les substances interdites par le Code du Sport sont différentes de celles interdites en compétition internationale. Cette différence s'explique notamment par la non mise à jour de la liste depuis 2011.

En France, la mise en place des contrôles et la gestion des résultats sont placées sous l'autorité de l'AFLD (Agence Française de Lutte Antidopage). Cette dernière est chargée de définir les stratégies de contrôles et d'assurer leur mise en œuvre.

La perfusion ne fait pas partie de l'arrêté du 2 mai 2011 mais elle possède une réglementation particulière dans certaines disciplines. Son utilisation lors de la compétition entraîne systématiquement l'élimination dans la discipline de l'endurance (FFE, 2025). En CCE (Concours Complet d'Équitation) ou CSO (Concours de Saut d'Obstacle) la perfusion peut être administrée à condition que le vétérinaire s'assure que son traitement ne modifie pas artificiellement les capacités physiques du cheval et ne permette pas de masquer l'utilisation de substances interdites (**figure 3**).

 **Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition nationale**

 *Code Du Sport, Livre II « Acteurs du Sport », Titre IV « Lutte contre le dopage animal »*

 **Article L241-2** : « Il est interdit d'administrer ou d'appliquer aux animaux, (...) des substances ou procédés de nature à modifier artificiellement leurs capacités ou à masquer l'emploi de substances ou procédés ayant cette propriété »
Arrête du 2 mai 2011 : Liste des substances interdites

 Certaines disciplines ont une réglementation spéciale pour la perfusion, en endurance elle entraîne systématiquement l'élimination lors de son utilisation pendant la compétition (Article 8.7 du règlement spécifique de l'endurance FFE).

Figure 3 : Règlementation de la fluidothérapie sur des chevaux en compétition nationale. (figure T.Camptort)

c. Médicalisation des athlètes humains en compétition internationale

A l'international c'est la WADA (World Anti-Doping Agency) qui règlemente les traitements médicaux en compétition. Elle a établi le Code Mondial Anti-dopage (World Anti-doping Code) qui harmonise la réglementation au sein des organisations sportives (fédérations). La WADA travaille conjointement avec les acteurs anti-dopage du monde entier, et le code est régulièrement modifié. Depuis 2024 il a été révisé en 2006, 2011, 2017 et la version actuellement en vigueur est celle de 2021 (WADA, 2021). La liste des interdictions est mise à jour tous les ans et se divise, comme pour les chevaux, en deux parties : (WADA, 2025)

- Substances et méthodes interdites en permanence
- Substances et méthodes interdites en compétition

La période « en compétition » commence à 23h59 la veille de la compétition à laquelle l'athlète participe. Elle se termine à la fin de la compétition, après le processus de collecte des échantillons.

La perfusion est définie par la WADA comme l'administration de plus de 100mL d'une solution par période de 12h et par voie intraveineuse. Elle fait partie des substances et méthodes interdites en permanence, sauf celle reçue légitimement dans le cadre d'un traitement hospitalier, de procédures chirurgicales ou lors d'exams diagnostiques (WADA, 2025). Ainsi la perfusion de « récupération » ou de « préparation » à une épreuve sportive est interdite depuis 2005 (règlement WADA) (**figure 4**).

Les stratégies des contrôles et leur mise en œuvre relèvent de la compétence de la WADA.

Remarque : La FEI fait partie des fédérations internationales signataires du Code Mondial Anti-dopage, ainsi le cavalier est tenu, au titre de sportif, de respecter les dispositifs anti-dopage de la WADA.

d. Médicalisation des athlètes humains en compétition nationale

En France, c'est le Code Du Sport, Livre II « Acteurs du sport », Titre III « Santé des sportifs et lutte contre le dopage » qui règlemente les traitements médicaux en compétition. Il a été modifié en 2021 pour être conforme avec le Code Mondial Anti-dopage établi par la WADA (**figure 4**).

Les stratégies des contrôles et leur mise en œuvre relèvent de la compétence de l'AFLD et de la WADA.

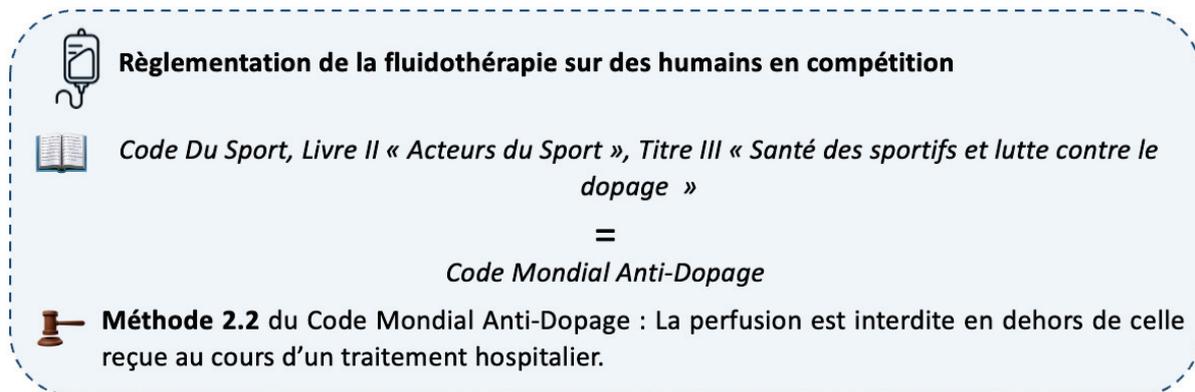


Figure 4 : Règlementation de la fluidothérapie sur des humains en compétition. (figure T.Camptort)

e. Médicalisation : traitement ou dopage ?

Nous avons jusqu'à présent, employé le terme de « médicalisation » pour définir le recours à des soins médicaux. Dans le domaine du sport, lorsque la médicalisation n'est pas utilisée dans le cadre réglementaire de la WADA c'est le terme de dopage qui est signifié. En effet la WADA définit le dopage comme un acte visant à artificiellement altérer la capacité à performer ou à masquer l'emploi de substances ou procédés ayant cette propriété. C'est une violation des règles anti-dopage. À l'inverse, lorsque la médicalisation respecte ces règles, on parle de traitement.

Chez le cheval nous pouvons proposer une analogie en prenant comme texte de référence le Code du sport, le règlement FEI ou le code des courses selon le type de compétition. On comprend que la frontière entre traitement médical et dopage est déterminée par des comités qui statuent sur les modalités d'utilisation des substances et méthodes connues, que ce soit pendant ou en dehors des compétitions. Les critères de détermination sont les suivants (WADA, 2014) (**figure 5**):

- Soit deux des trois critères suivants sont remplis :
 1. avoir le potentiel d'améliorer la performance sportive,
 2. présenter un risque réel ou potentiel pour la santé du sportif,
 3. être contraire à l'esprit sportif,
- Soit la substance ou la méthode a la faculté de masquer l'usage d'autres substances ou méthodes interdites.

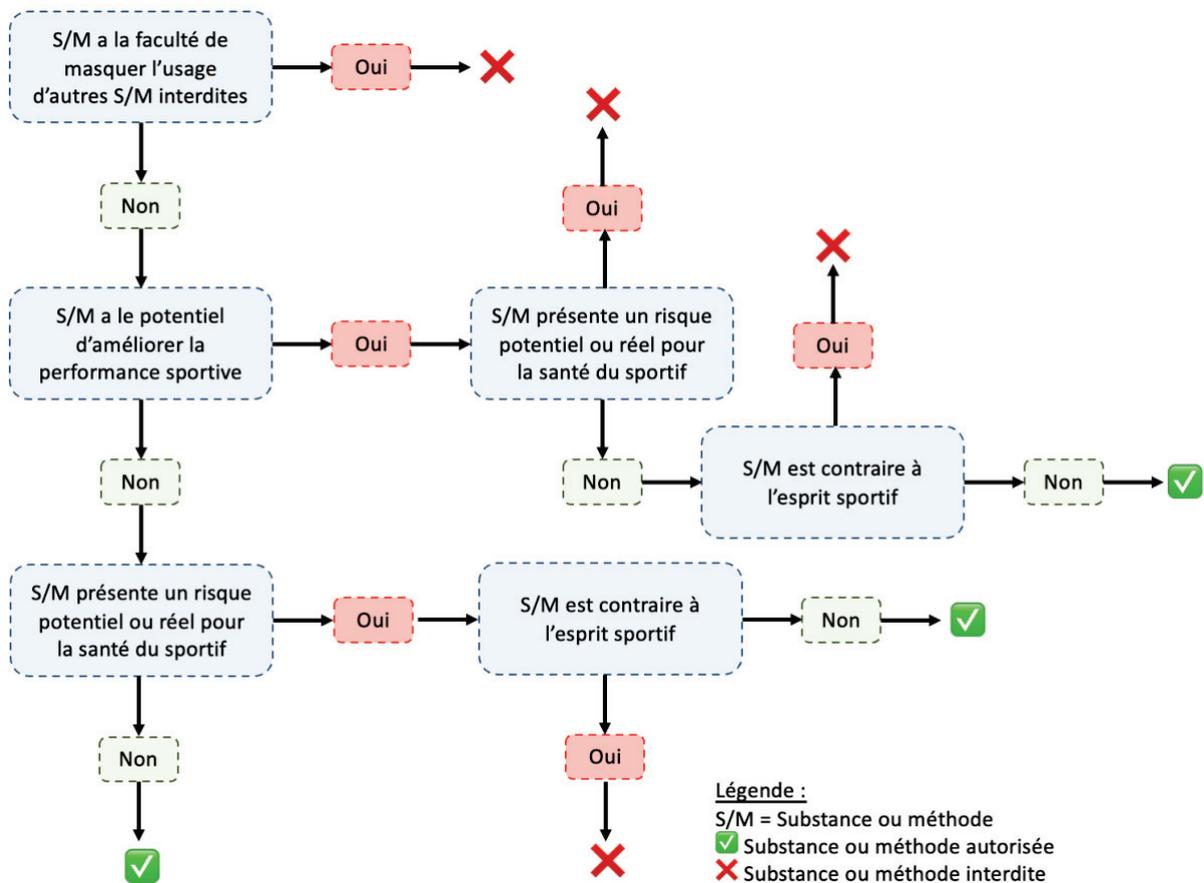


Figure 5 : Arbre décisionnel pour classer les substances et méthodes selon la WADA. (figure T.Camptort)

Ces critères peuvent parfois entrer en contradiction. Prenons un exemple : il a été mis en évidence que l’augmentation de l’hématocrite permet d’améliorer les performances dans les sports d’endurance. Nous savons que l’entraînement en altitude (dans des conditions où la pression atmosphérique diminue) permet d’augmenter l’hématocrite. Pour autant, peut-on considérer que les athlètes nés dans des régions d’altitude sont dopés ? Devons nous interdire l’entraînement en altitude ? Qu’en est-il des dispositifs tels que les caissons hypobares ?

Également, des technologies médicales comme la thérapie génique ou l’injection de cellules souches peuvent être appliquées à des fins mélioratives chez les sportifs. Prenons comme exemple la myostatine. Dans ses travaux, Lee (Lee et al. 1997) a caractérisé la fonction de la myostatine comme celle d’une protéine qui arrête la croissance musculaire. Expérimentant sur des souris, Lee a inactivé le gène qui code pour la myostatine et obtenu des souris aux muscles hypertrophiés. Cette thérapie génique pourrait être mise à profit pour des patients souffrant de maladies musculaires, mais aussi utilisé abusivement chez des athlètes ou adeptes du bodybuilding désireux d’accroître leur puissance musculaire de façon artificielle. Les thérapies géniques représentent à l’heure actuelle une limite de la politique anti-dopage étant donné qu’aucun test ne permet de les mettre en évidence par prélèvement urinaire ou sanguin, et seule une biopsie musculaire permet d’en diagnostiquer l’utilisation.

Nous constatons ainsi que la frontière entre traitement et dopage est parfois floue. Les règlements, qu’il s’agisse de ceux de la WADA, du Code du sport, du Code des courses ou de la FEI, offrent un cadre réglementaire, mais présentent également des limites. Il nous semble ainsi que la question de la

légitimité de l'usage des substances, méthodes et technologies amélioratives dans le sport est complexe et qu'il n'existe pas de moyen d'y répondre objectivement.

f. Évolution et mises à jour des textes réglementaires

Les règlements de la FFE et de la FEI sont généralement mis à jour chaque année. Par exemple, les règlements applicables pour 2025 ont été publiés en 2024. Cela inclut le règlement général ainsi que les règlements spécifiques par discipline.

Le code antidopage de la WADA est mis à jour régulièrement dans le cadre d'un cycle de révision, avec des modifications intermédiaires. La version actuelle adoptée en 2021, a été précédée par des éditions majeures en 2004, 2009 et 2015. La liste des substances interdites, est révisée chaque année et publiée en octobre pour entrer en vigueur au 1er janvier suivant. En ce qui concerne la liste des substances et méthodes interdites pour les équidés en compétition nationale, elle n'a pas été mise à jour depuis 2011.

L'accès à la connaissance de ces données est facilité par des liens internet :

- Pour consulter les règlements FFE : <https://www.ffe.com/pratiquer/disciplines>
- Pour consulter les règlements FEI : <https://inside.fei.org/fei/about-fei/fei-library/rulesavec> la listes des substances interdies : <https://inside.fei.org/fei/cleansport/ad-h/prohibited-list>
- Pour consulter le code mondial anti-dopage : <https://www.wada-ama.org/fr/nos-activites/le-code-mondial-antidopage> avec la liste des substances interdites : <https://www.wada-ama.org/en/resources/world-anti-doping-code-and-international-standards/prohibited-list>

CE QU'IL FAUT RETENIR :

Chez les athlètes humains, la réglementation en matière de médicalisation en compétition est harmonisée à l'échelle internationale. La WADA élabore les règlements internationaux, tandis que leur mise en œuvre en France est confiée à l'AFLD. Les listes des substances interdites en compétition ou hors compétition sont les mêmes pour les compétitions nationales et internationales.

En ce qui concerne les chevaux, la réglementation n'est pas harmonisée et présente des différences entre les compétitions nationales et internationales. En France, le code du sport établit les règles relatives à la médicalisation en compétition, et c'est à l'AFLD qu'incombe la responsabilité de leur application. Alors que pour les compétitions internationales, c'est la FEI qui édicte les règles, et le tribunal FEI est chargé de veiller à leur mise en application.

La perfusion est une technique réservée aux procédures hospitalières pour les athlètes humains : elle fait partie des méthodes interdites en permanence. Chez les équidés sportifs, la perfusion ne figure pas sur la liste des substances et méthodes interdites. Mais par une toute récente évolution de la FEI (2025), les chevaux n'ont plus le droit de recevoir de perfusions complémentées (même avec des vitamines, minéraux ou acides aminés) pendant les compétitions, sauf accord du vétérinaire délégué ou de la commission vétérinaire, pour une urgence).

2. Les autorisations de traitement

a. Autorisation de traitement en compétition internationale pour le cheval

Pour obtenir une autorisation de traitement pour un cheval en compétition internationale il faut se référer aux règlements FEI Veterinary Regulations 2025. (FEI, 2025)

Le traitement par des substances autorisées (non mentionnées sur l'EPSL) est permis pendant la compétition si le traitement est administré par voie orale. (Veterinary Regulations 2025)

Les règles se sont récemment durcies, et les chevaux ne doivent pas être traités par injection ou perfusion quelle que soit la substance (même non mentionnée sur l'EPSL) le jour de la compétition (Veterinary Regulations 2025) ou dans tous les cas, 8h (endurance) ou 12h (complet) avant la première inspection. (FEI, 2025)

Les substances autorisées ne pouvant pas être administrées par voie orale (par exemple les substances administrables uniquement en IV ou IM) ne peuvent-être administrées **UNIQUEMENT après accord** du VD ou de la VC. Pour obtenir cet accord le PTV rédige le Veterinary Form B de la FEI (**figure 6**). La **perfusion seule même NON COMPLEMENTEE** ne faisant pas partie de la liste EPSL, elle peut être administrée uniquement après accord du VD ou VC et après validation du Veterinary Form B. Elle reste soumise à une réglementation stricte (article 1060 du Veterinary Regulations FEI, 2025) :

- Lors de perfusion IV un minimum de 10L doit être administré
- Le VD/VC doit prendre en compte les conditions climatiques avant de donner l'autorisation
- Pour le CCE la perfusion IV ou la réhydratation nasogastrique ne doit pas-être administrée dans les 12h avant le début de l'épreuve de cross
- Pour l'endurance la perfusion IV ou la réhydratation nasogastrique ne doit pas être administrée dans les 8h avant la première inspection vétérinaire ni pendant toute la durée de l'épreuve.

Le traitement par des substances figurant sur la liste EPSL peut-être autorisé après accord du VD/VC et du président de jury uniquement s'il s'agit :

- D'un traitement d'urgence
- D'un traitement ne figurant pas sur la sous liste des « banned substances ».

Si l'urgence est telle que le traitement ne peut pas attendre l'autorisation, une demande rétroactive doit être effectuée. Dans ce cas le PTV ou le vétérinaire traitant (si le traitement a lieu avant le début de la compétition) rédigent le Veterinary Form A.

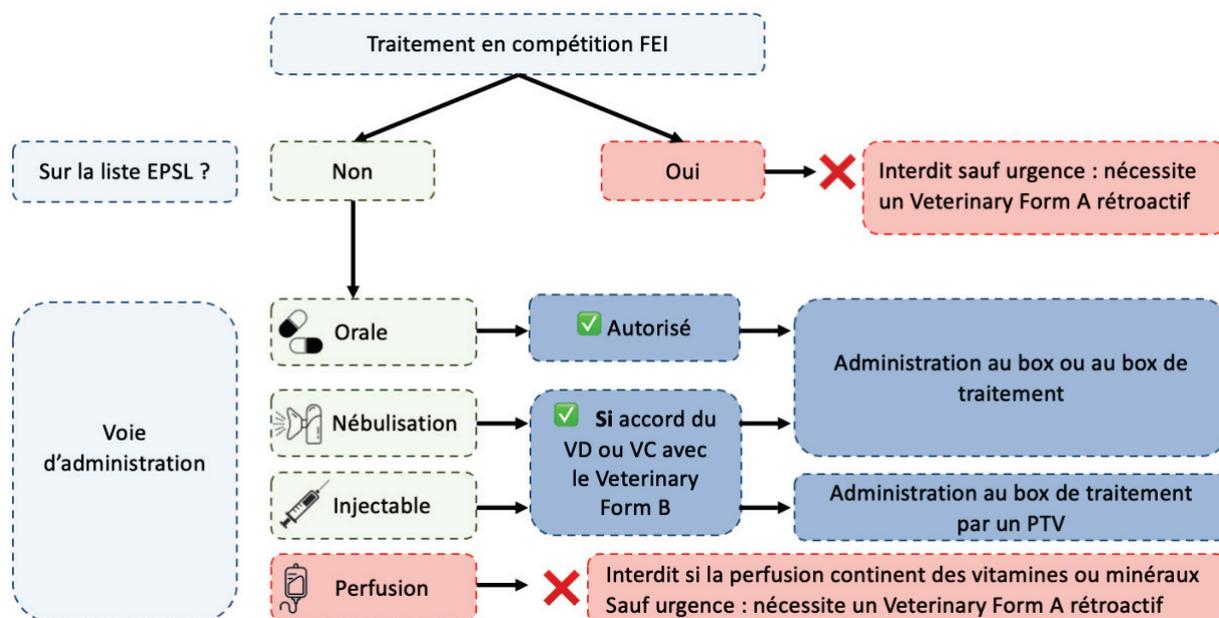


Figure 6 : Autorisation des traitements des chevaux en compétition FEI. (figure T.Camptort)

b. Autorisation de traitement en compétition nationale pour le cheval

En France c'est le Règlement Général des compétitions FFE qui régit les règles d'autorisation de traitement en compétition. Le traitement par des substances non interdites lors de compétitions est autorisé par défaut, sans accord préalable.

Un cheval nécessitant un traitement par l'une des substances interdites lors d'une compétition ne pourra pas être classé, et aucune dérogation n'est possible (**figure 7**).

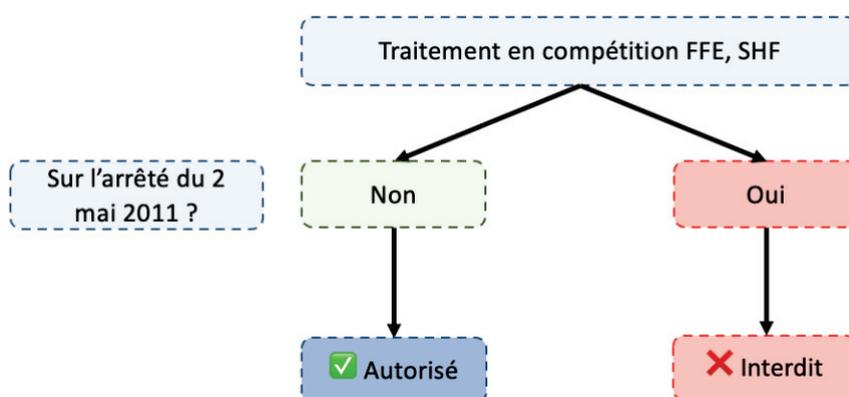


Figure 7 : Autorisation de traitements des chevaux en compétition FFE, SHF. (figure T.Camptort)

c. Autorisation de traitement en compétition internationale pour les athlètes humains

A l'international pour l'athlète humain c'est le code anti-dopage WADA de 2021 qui régit les AUT (Autorisations d'usage à des fins thérapeutiques) (**figure 8**). Un dossier médical justifiant l'utilisation de substances ou méthodes interdites doit être adressé à la WADA.

d. Autorisation de traitement en compétition nationale pour les athlètes humains.

Les sportifs de niveau national doivent adresser leur demande d'AUT à l'agence française de lutte anti-dopage. Si la demande est refusée, le sportif peut faire appel à la WADA sauf si le motif de refus est un dossier médical incomplet.

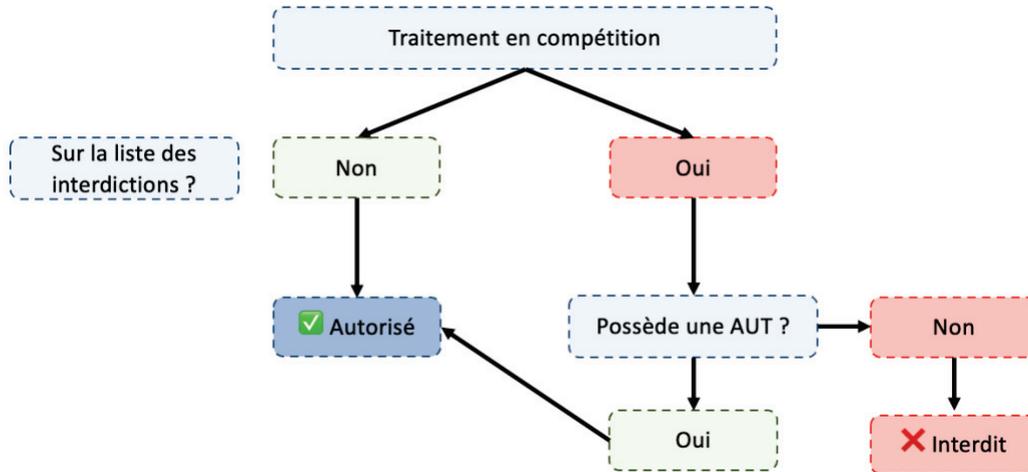


Figure 8 : Autorisation de traitements des athlètes humains en compétition. (figure T.Camptort)

CE QU'IL FAUT RETENIR :

Les chevaux de sport, contrairement aux sportifs humains, ne peuvent pas bénéficier, contrairement aux sportifs humains d'AUT. Lors des compétition internationales, l'utilisation de substances sur la liste EPSL est interdite (sauf cas d'urgence). Les traitements injectables, y compris ceux ne figurant pas sur la liste EPSL doivent être acceptés par le VD ou la VC via le Veterinary Form B. Sur les compétitions nationales, aucun traitement ne peut être autorisé s'il figure sur l'arrêté du 2 mai 2011.

Les athlètes humains en compétition nationale ou internationale ont la possibilité de se voir délivrer une AUT pour bénéficier d'un traitement. Cette AUT est délivrée par la WADA ou l'AFLD après étude du dossier médical. Il n'y a pas de distinction entre les voies d'administration contrairement à la réglementation chez le cheval. En effet, qu'une substance soit injectable ou non, si elle est autorisée, aucune AUT n'est requise.

La perfusion de chevaux avec des vitamines, minéraux ou acides aminés est interdite depuis le 1^{er} janvier 2025 sur les compétitions internationales. Il n'y a pas de réglementation concernant les compétitions nationales. Les athlètes humains n'ont pas le droit de recevoir de perfusion en dehors des soins hospitaliers. La réglementation en matière de fluidothérapie apparaît alors plus stricte pour l'athlète humain que pour le cheval de compétition.

La figure 9 présente les différentes modalités de traitement des athlètes en compétition.

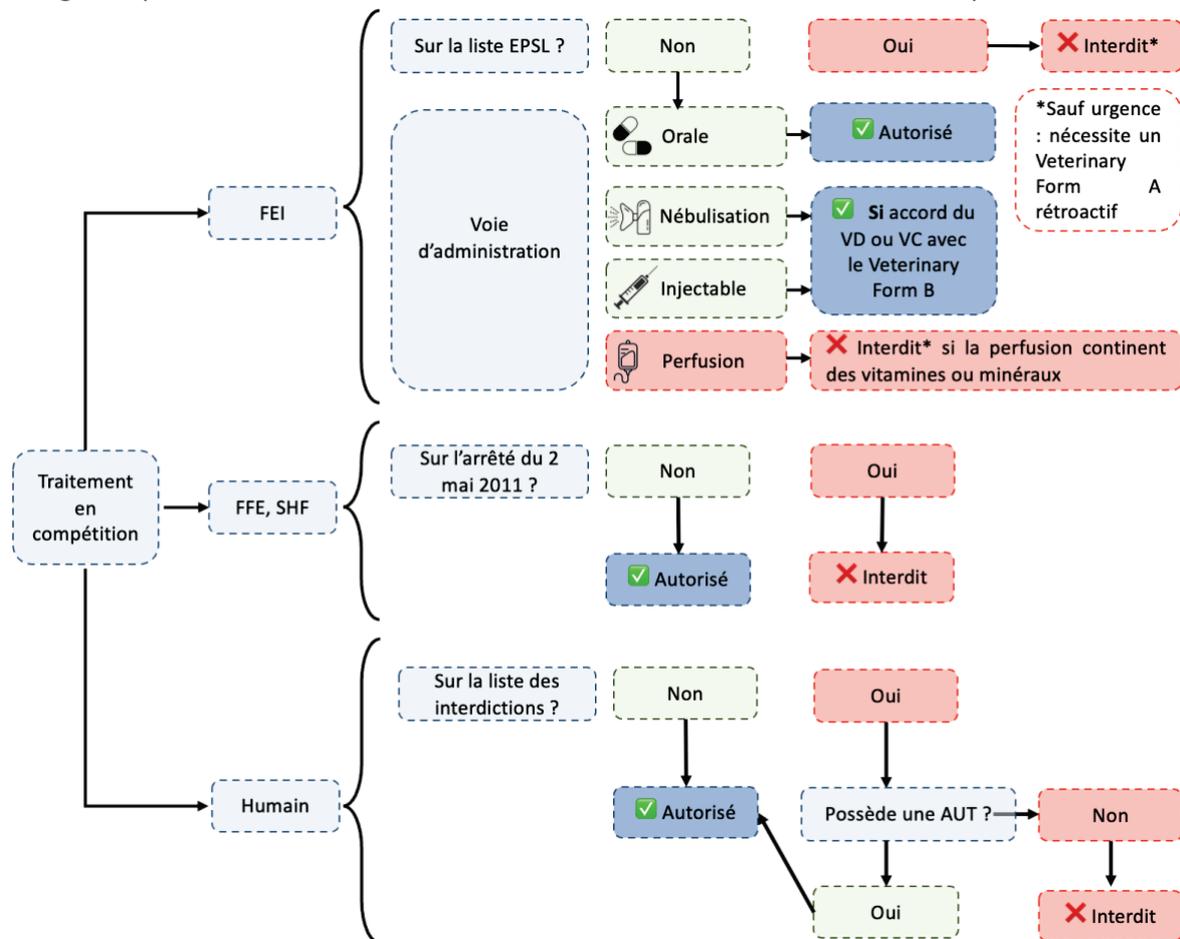


Figure 9 : Les différentes modalités de traitement des athlètes en compétition. (figure T.Camptort)

3. Les sanctions

a. La compétence disciplinaire

« Le dopage est défini comme une ou plusieurs violations des règles antidopage » (WADA, 2021). Le non-respect du Code du Sport, ou du Code Mondial Anti-Dopage en matière de médicalisation est appelé « dopage ». Pour les chevaux, la compétence disciplinaire relève de l'AFLD en France et de la FEI pour les compétitions internationales. Pour les athlètes humains la compétence est attribuée à l'agence antidopage du pays où la compétition a lieu (cette agence doit être signataire du Code Mondial Antidopage).

b. Sanctions en compétition nationale pour des cas de dopage animal :

Lors des compétitions nationales, le dopage animal est passible de trois types de sanctions administratives à l'encontre du propriétaire, entraîneur ou sportif ayant enfreint les dispositions du titre IV du Code Du Sport. L'article L241-7 du Code Du Sport, précise ces trois types de sanctions :

- Interdiction de participer aux manifestations sportives,
- Interdiction de participer à l'organisation d'une manifestation sportive
- Interdiction d'exercer des fonctions d'encadrement au sein de la fédération sportive

L'AFLD peut également demander le retrait des résultats sportifs et autoriser la reprise des compétitions après la présentation d'un test de dopage négatif.

c. Sanctions en compétition internationale pour des cas de dopage animal :

En référence à l'EADCMRs, le propriétaire, cavalier ou entraîneur (personne responsable) qui ne respecteraient pas le règlement FEI (dont le Veterinary Regulations) s'exposent aux sanctions suivantes :

- Une disqualification avec restitution des gains, des prix,
- Une suspension du cavalier et/ou du cheval,
- Une sanction pécuniaire (CHF 15.000 soit environ 15 000€),
- Des frais supplémentaires engendrés par l'enquête et le tribunal FEI.

Le Veterinary Regulations prévoit une sanction de CHF 1.000 et la disqualification du cheval pour tout personne administrant une perfusion sans accord du VD ou VC (**figure 10**).

d. Sanctions en compétition nationale et internationale pour des cas de dopage humain :

Au regard du Code Mondial Antidopage (article 10.1 – 10.8) et du code du sport (article L. 232-21), il existe plusieurs types de sanction en cas de violation des règles antidopage :

- Interdiction de participer à l'organisation ou au déroulement de compétitions sportives,
- Interdiction d'exercer des fonctions d'encadrement au sein de la fédération sportive,
- Sanction pécuniaire d'un montant maximal de 45 000 euros pour le sportif et 150 000 euros pour toute autre personne,
- Publication de la décision de sanction,
- Suspension provisoire,

- Annulation des résultats sportifs.

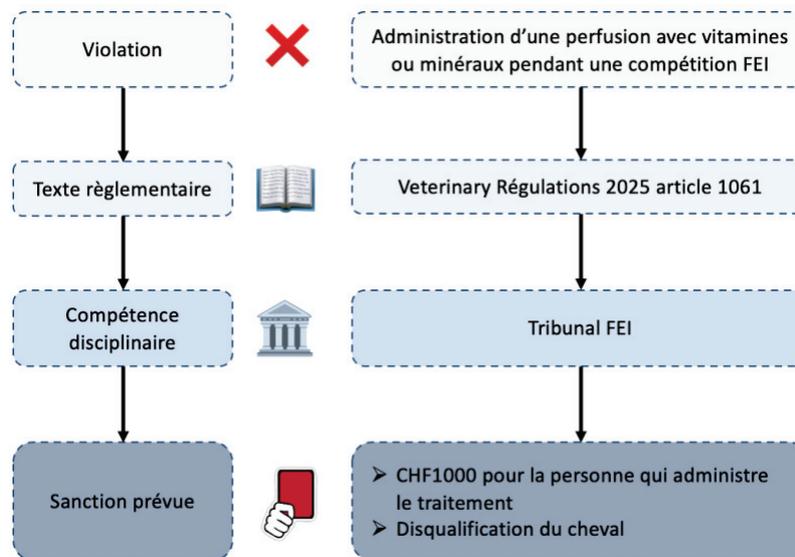


Figure 10 : Sanctions prévues par le tribunal FEI en cas de fluidothérapie non approuvée par le VD ou la VC. (figure T.Camptort)

e. Cas de jurisprudence

De nombreux éléments ont déjà été apportés dans cette partie. Toutefois il est opportun de porter notre attention sur des situations de jurisprudence qui sont riches d'enseignements. Nous rapporterons dans cette partie trois cas de jurisprudence, respectivement de la cour d'appel, du tribunal FEI, et de la commission de sanction de l'AFLD.

Cas n°1 : Cour d'appel de Toulouse, arrêt du 7 septembre 2010 pour des faits du 29 septembre 2006

Le vétérinaire administre une injection intra-articulaire de corticoïdes triamcinolone acétonide (Kenacort Retard ND) en indiquant sur son ordonnance que le cheval peut courir à partir du 21 octobre 2006. Il indique de façon permanente sur ses ordonnances « *en l'absence de données scientifiques fiables, le délai d'attente avant compétition ne peut être précisé* ». Le 30 octobre, le cheval gagne une course de trot et est contrôlé positif.

Le vétérinaire a été condamné à payer 21 247€ pour l'ensemble de préjudice subis :

- Amende,
- Perte de chance de gagner d'autres courses pendant la suspension,
- Préjudice moral correspondant à l'atteinte à l'honneur et l'obligation de restituer le prix de la course

Nous retenons de ce cas que la cour d'appel de Toulouse a pris en compte le fait que le vétérinaire a mentionné une date exacte pour la reprise des courses. En dépit de la mention « *en l'absence de données scientifiques fiables, le délai d'attente avant compétition ne peut être précisé* », la date écrite par le vétérinaire a suffi à convaincre les juges que le vétérinaire a bien signifié à l'entraîneur que l'engagement du cheval était possible après la date. Il est conseillé de ne pas donner de dates précises pour le retour en compétition et de porter la mention « *en l'absence de données scientifiques fiables, le délai d'attente avant compétition ne peut être précisé. Des tests de dépistages peuvent être effectués à votre demande* ». Il est possible d'indiquer un délai indicatif en respectant une marge de sécurité par rapport aux temps de détection publiés (Lassalas, 2021).

Cas n°2 : Tribunal FEI du 16 mai 2024 pour des faits du 4 février 2024

Un échantillon prélevé sur un poney à Lamotte-Beuvron (France) le 4 février 2024 a révélé la présence de deux substances prohibées : un métabolite de l'acépromazine et un anti-inflammatoire le firocoxib. La cavalière a fourni une explication indiquant que les substances provenaient d'un traitement vétérinaire prescrit pour une teigne diagnostiquée chez le poney fin janvier 2024.

Le tribunal a sanctionné la cavalière d'une suspension de 2 mois et d'une amende de CHF 1.000.

Ce cas met en avant la capacité du système de règlement des différends de la FEI à reconnaître des circonstances atténuantes tout en maintenant l'intégrité des règles anti-dopage.

Cas n°3 : Commission des sanctions de l'AFLD du 8 novembre 2023 pour des faits du 19 novembre 2022

Lors d'une compétition de saut d'obstacle (niveau pro 1 : 1m45) un cheval est contrôlé positif à la capsaïcine. Cette substance est utilisée dans les traitements des douleurs neuropathiques et figure sur l'arrêté du 2 mai 2011.

La commission décide :

- D'interdire pendant une durée de 6 mois les compétitions à la cavalière et son cheval,
- De ne faire reprendre les compétitions au cheval qu'après un test dopage négatif au frais de la propriétaire,
- De faire la demande à la FFE d'annuler les résultats individuels le jour des faits,

Notons qu'à ce jour (novembre 2024), pour la compétition du 19 novembre 2022, sur le site internet de la FFE, la cavalière est toujours classée dans l'épreuve.

CE QU'IL FAUT RETENIR :

Les sanctions sont dépendantes des fautes commises. Si l'annulation des résultats sportifs est quasi systématique, des sanctions pécuniaires peuvent être également prononcées. Une interdiction de participer temporaire ou définitive peut être imposées aux personnes responsables et aux chevaux. Le vétérinaire fait partie des autres personnes responsables, il peut par exemple recevoir une amende de CHF1000 pour l'administration d'une perfusion hors EPSL lors de compétition FEI sans accord du VD ou de la VC. Les sanctions maximales prévues en cas de perfusion en compétition sont présentées dans la **figure 11**.

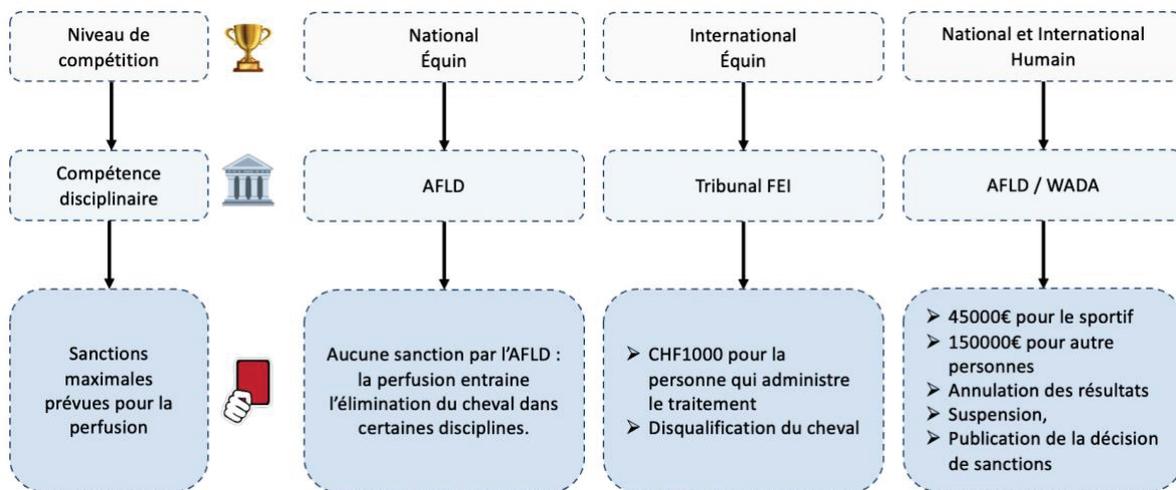


Figure 11 : Sanctions prévues pour la fluidothérapie en compétition. (figure T.Camptort)

La réglementation de la fluidothérapie en compétition équine montre des différences en fonction de la fédération délégataire (FEI ou FFE /SHF). Pour les compétitions nationales (FFE/SHF), la fluidothérapie est autorisée sauf lorsque le règlement de la compétition l'interdit. Dans les compétitions internationales (FEI) la perfusion est interdite durant la compétition et si complétement (même vitamines, minéraux ou acides aminés) est interdite et soumise au Veterinary Form A depuis le 1^{er} janvier 2025 sauf accord du VD ou de la VC.

Pour les sportifs humains, il existe une harmonisation du Code Mondial Antidopage qui permet à tous les sportifs d'avoir une réglementation de la médicalisation en compétition commune quel que soit son niveau. Le Code Mondial Antidopage précise que la perfusion est interdite en dehors des traitements hospitaliers.

Lorsque la perfusion n'est pas strictement interdite par le règlement, le vétérinaire doit évaluer si la fluidothérapie peut nuire à l'équité de la compétition ou au bien-être du cheval à qui on pose un cathéter et une perfusion. D'autres critères viennent s'ajouter pour la prise de décision d'une perfusion, notamment les conséquences sur le cheval (évaluation de la balance bénéfiques/risques) et les attentes des propriétaires.

La partie suivante vise à donner des éléments concrets pour une prise de décision éthique face aux différentes situations rencontrées par les vétérinaires lors des compétitions.

II. De l'évolution du statut des animaux à la nécessité d'une éthique du sport

Nous appelons « éthique », une approche qui consiste à délibérer méthodiquement sur ce qu'il faut faire de bien et de juste dans un contexte donné (Poncet et al., 2022) L'éthique est nécessaire pour délibérer lorsqu'un conflit entre deux valeurs de même niveau est rencontré.

Les désaccords lors de l'affaire autour du cheval décédé au CEI de Compiègne en mai 2014 (Neveux, 2014) ou, avant cela, la disqualification du jockey vainqueur du grand prix d'Angleterre en avril 2011 pour usage excessif de la cravache (Doggett, 2014) illustrent l'intérêt grandissant du bien-être animal dans nos sociétés. Le bien-être animal doit-être au cœur des préoccupations de tous les acteurs impliqués dans les sports équestres.

Les vétérinaires impliqués dans le suivi des chevaux de sport ont pour mission d'accompagner les équidés au maximum de leur capacité tout en préservant leur bien-être. Ils sont ainsi confrontés au conflit entre optimiser la récupération et le bien-être des chevaux et répondre aux attentes de leur client guidées par les échéances sportives. Ce problème éthique a déjà été soulevé en médecine humaine (Anderson & Gerrard, 2005). Il s'agit d'un dilemme entre l'article R.242-33-VIII (« Le vétérinaire respecte les animaux ») du Code de Déontologie, et la propension à répondre aux attentes de ses clients. Répondre aux attentes des clients est important pour le vétérinaire : Campbell (M. L. H. Campbell, 2013) a montré que la réputation du vétérinaire est construite sur sa capacité à amener un cheval au plus haut niveau rapidement plutôt que sur la préservation de sa santé à long terme. **La figure 12** reprend les principales motivations prises en compte par les vétérinaires lors des traitements de chevaux de sport.

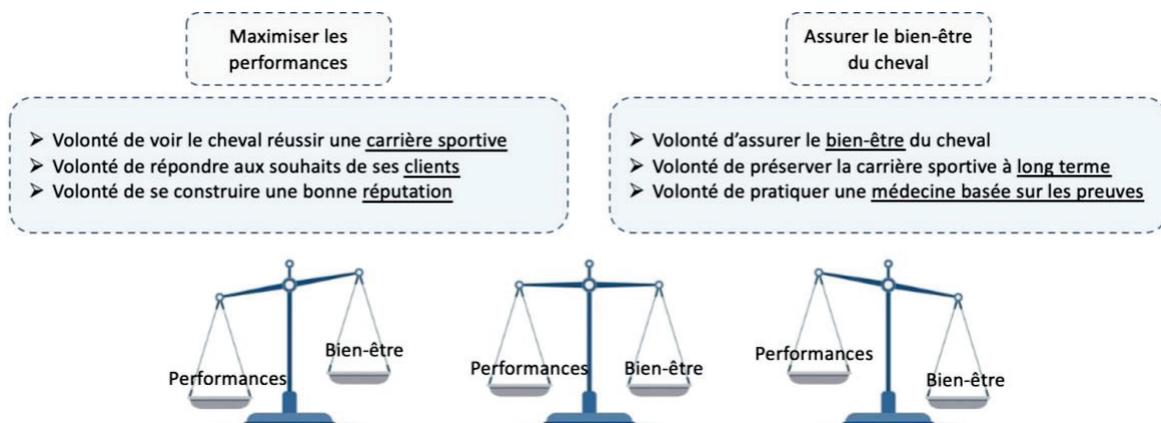


Figure 12 : Principales motivations des vétérinaires dans les traitements des chevaux de sport (figure T.Camptort)

Dans ce chapitre, nous présenterons les évolutions majeures des statuts légaux des animaux, mettant ainsi en évidence l'importance croissante accordée au bien-être animal dans nos sociétés. Ensuite, nous aborderons les enjeux éthiques spécifiques aux vétérinaires traitant des chevaux de sport, en lien avec les contraintes associées à la pratique sportive. Enfin, nous proposerons une méthode pour délibérer sur les questions d'éthique médicale (initialement destinée à la médecine humaine) en nous appuyant sur l'approche principiste de Beauchamp et Childress.

1. Statuts des animaux : du bien marchand à l'être sensible

a. Code Civil de 1804 : l'animal un bien marchand

L'article 528 du Code Civil de 1804 considère l'animal par son seul aspect économique et le classe dans le régime des biens marchands : l'animal est « *meuble par nature* ». Le texte ne fait pas de différence entre l'animal et l'objet.

b. Loi Grammont de 1850 : la fin des mauvais traitements en public

La loi Grammont du 2 juillet 1850 stipule que sont répréhensibles les mauvais traitements envers les animaux domestiques commis publiquement. Cette loi vise à protéger les citoyens puisqu'elle réprime les mauvais traitements uniquement s'ils sont commis en public.

c. Décret de 1959 : la fin de notion de public

Le décret n°59-1051 du 7 septembre 1959 abroge la loi Grammont et la remplace par l'alinéa 12° de l'article R.38 de l'ancien Code Pénal. Seront sanctionnés « *ceux qui auront exercé sans nécessité, publiquement ou non de mauvais traitement envers un animal domestique ou apprivoisé ou tenu en captivité* ». A partir de 1959 tous les mauvais traitements sont punissables : il n'y a plus de notion de « public », c'est la première loi à protéger l'animal en lui-même.

d. 1963 : Reconnaissance de l'acte de cruauté

Le 12 novembre 1963 l'article 453 du Code Pénal cible « *quiconque aura, sans nécessité, publiquement ou non, exercés des sévices graves ou commis un acte de cruauté envers un animal domestique, apprivoisé ou tenu en captivité* ». On note un parallélisme certain avec la loi du 7 septembre 1959, l'acte de cruauté étant plus répréhensible que le mauvais traitement. Légalement il n'existe pas de définition précise de l'acte de cruauté. L'analyse de la jurisprudence montre que les juges qualifient « d'acte de cruauté » un acte conscient et volontaire avec l'intention de satisfaire le plaisir que procure la souffrance ou la mort d'un animal.

e. 1976, l'animal un être sensible dans le code rural

L'article 9 du 10 juillet 1976 du Code Rural qualifie l'animal comme « *un être sensible* ». Il doit « *être placé par son propriétaire dans des conditions compatibles avec les impératifs biologiques de son espèce* ». C'est la première loi qui répréhende les comportements humains entravant la satisfaction des besoins naturels de l'animal.

f. 2015, l'animal un être sensible dans le code civil

Jusqu'au 16 février 2015, le Code Civil n'avait pas reconnu l'animal comme un « *être sensible* ». En effet, cette notion n'était présente que dans le code rural. Le législateur change le statut de l'animal : « *Les animaux sont des êtres vivants doués de sensibilité. Sous réserve des lois qui les protègent, les animaux sont soumis au régime des biens* » (article 515-14 du code civil). Les animaux ne sont donc ni des biens ni des personnes mais des « *êtres vivants doués de sensibilité* » soumis au régime de biens.

g. Certificat d'engagement de connaissance, loi de 2021

La loi du 1^{er} décembre 2021 qui vise à lutter contre l'abandon des animaux domestiques renforce les sanctions en cas de maltraitance. Elle vise à interdire parallèlement les animaux sauvages dans les cirques et les delphinariums. Elle impose aux particuliers un certificat d'engagement et de connaissance avant l'adoption d'un animal de compagnie ou d'un équidé. Cette loi s'inspire du rapport du député Loïc Dombreval sur « *le bien-être des animaux de compagnie et des équidés* », c'est la raison pour laquelle elle est souvent nommée « loi Dombreval »

h. Avril 2022 : le rapport « Bien-être équin, Recommandations pour les Jeux Olympiques de Paris 2024 »

Le groupe parlementaire « Condition animale » présidé par le député Loïc Dombreval contient quarante-six recommandations pour le bien-être des chevaux lors des Jeux Olympiques de Paris 2024. Le comité d'organisation a également mis en place pour la première fois un « Welfare Committee » pour le bien-être des chevaux lors de cet évènement.

CE QU'IL FAUT RETENIR :

L'évolution des statuts légaux des animaux, passant de « biens marchands » à « êtres doués de sensibilité », est la conséquence d'un changement de regard des sociétés envers les animaux. Comme le souligne le philosophe André Comte-Sponville dans le bulletin de l'Académie Vétérinaire de France, la sensibilité animale suffit à justifier l'attribution de droits et, par conséquent, d'imposer des devoirs aux êtres humains (Comte-Sponville, 1996). Les lois promulguées en 2015 et 2021 témoignent de l'importance croissante accordée au bien-être animal dans nos sociétés contemporaines. Cette évolution (**figure 13**) reflète une prise de conscience collective de la nécessité de traiter les animaux avec respect et considération. Dans ce contexte, la pression sociale exercée sur les pratiques sportives équestres pourrait devenir telle que seule une pratique éthique sera tolérée et acceptée.

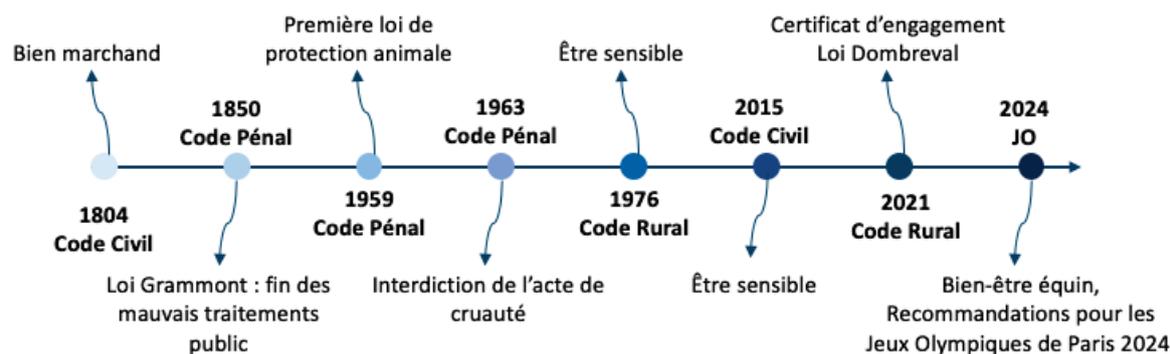


Figure 13 : Évolution du statut réglementaire des animaux en France depuis 1804. (figure T.Camptort)

Dans la suite de cette partie, nous allons nous intéresser aux questions éthiques soulevées par la médecine sportive.

2. Pratique éthique de la médecine des chevaux de sport

a. Éthique et sports équestres

Selon la perspective d'Axel Kahn (Kahn, 2022), la performance sportive peut être envisagée sous deux dimensions : l'excellence et la marchandisation. L'excellence est bien sûr un objectif louable, et elle devrait être la quête de toute personne ou équipe travaillant pour le succès d'un couple cavalier-cheval, tant qu'elle est recherchée dans le respect de la santé et du bien-être. Cependant, si le spectacle sportif devient un moyen de succès commercial, contraignant le cheval et/ou le cavalier à prendre des risques excessifs, alors cette approche devient critiquable. Le vétérinaire, en tant que professionnel de la santé équine, est un garant majeur de la protection, de la santé et du bien-être des chevaux, en veillant à ce que la recherche de la performance sportive ne compromette pas leur intégrité physique et mentale.

La compétition dans la pratique équestre demande un niveau d'exigence plus élevé par rapport à la pratique de loisir notamment en termes de contraintes physiques et psychiques. Il est exigé du cheval une performance athlétique intense ainsi qu'une adaptation aux conditions de déplacements et de détentions. Par exemple, les chevaux se trouvent souvent tondus et couverts, isolés dans des boxes individuels lors de concours et effectuent plusieurs milliers de kilomètres par année en camion ou en avion (Poncet et al., 2022).

Si les contraintes sont d'un degré plus élevé il convient d'apporter aux équidés des soins supplémentaires. Rollin, (Rollin, 2013) a montré que les animaux de grande valeur sont bien soignés jusqu'à la fin de leur carrière. En effet, de bons soins augmentent les chances de réussite en compétition. Pour autant, des questions concernant le stress physique et moral infligés aux chevaux de sport doivent être posées. La question éthique fondamentale que certains se posent (Rollin, 1999) et que nous soulevons ici dans le contexte de ce travail est de savoir **s'il est justifié d'utiliser les chevaux à des fins sportives, dans la mesure où, il n'existe aucune nécessité absolue de le faire ?** Répondre à cette question dépasse le cadre de ce travail. Nous partons du constat qu'aujourd'hui les chevaux sont effectivement utilisés dans le sport et nous nous attacherons à donner des pistes de réflexion aux vétérinaires pour aborder des questions d'éthique professionnelle.

b. Vétérinaire : une profession règlementée

Le vétérinaire intervenant auprès des chevaux de sport n'est pas simplement un technicien chargé d'optimiser les performances. Nous avons déjà étudié le cadre réglementaire du vétérinaire lorsqu'il intervient sur des chevaux de sport. Pour autant, les règlements des compétitions ne sont pas les seules obligations du Docteur Vétérinaire. Ses interventions sont également encadrées par le Code de Déontologie Vétérinaire, intégré au Code Rural et de la Pêche Maritime. Celui-ci impose des obligations éthiques et légales de sa pratique et qui dépassent les seules considérations sportives. Nous rappelons dans cette partie les principaux articles du Code Rural et de la Pêche Maritime qui règlementent les pratiques des vétérinaires de chevaux de sport (**figure 14**).

Les articles L241-1 à L241-10 du Code du Sport mettent en avant l'interdiction d'administrer des substances prohibées, renforçant le rôle du vétérinaire dans la lutte contre le dopage équin. Il doit informer les propriétaires des risques liés à l'utilisation de produits illicites.

Selon l'article R242-33 du Code rural, « *le vétérinaire exerce sa mission dans le respect de la vie animale, de la santé publique et de l'environnement* ». Cela implique que, même dans le cadre du sport, la santé et le bien-être du cheval doivent primer sur toute demande visant à maximiser les

performances. Un vétérinaire ne peut administrer un traitement destiné uniquement à masquer une blessure ou à permettre à un animal de concourir malgré un risque pour sa santé. Cet article précise que « *Le vétérinaire ne peut aliéner son indépendance professionnelle sous quelque forme que ce soit* ». Face aux demandes d'entraîneurs ou de propriétaires cherchant à optimiser les performances d'un cheval en dépit de son bien-être, le vétérinaire doit s'en tenir à son jugement médical, indépendamment des enjeux financiers ou sportifs.

Enfin, l'article R242-44 rappelle que la « *prescription est appropriée au cas considéré. Elle est guidée par le respect de la santé publique et la prise en compte de la santé et de la protection animales.* ». Ainsi, face à un cheval de sport, il doit privilégier des traitements qui respectent les limites biologiques de l'animal et non des pratiques pouvant compromettre sa santé pour des gains de performance à court terme.

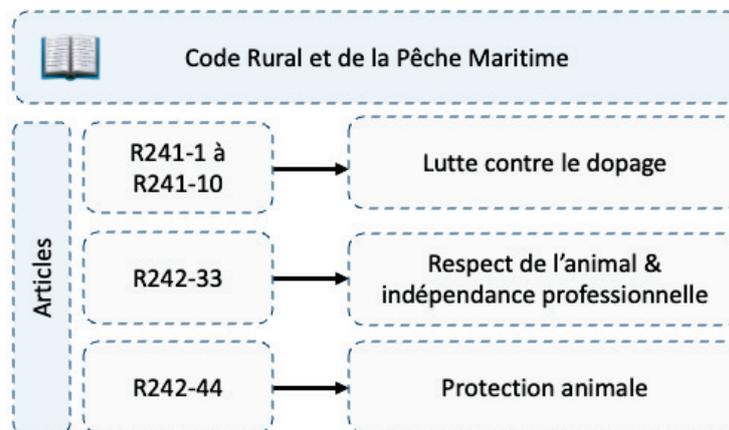


Figure 14 : Les principaux articles du Code Rural et de la Pêche Maritime qui règlementent les pratiques des vétérinaires de chevaux de sport. (figure T.Camptort)

c. Vétérinaire : un garant de la santé et du bien-être

Les questions éthiques qui préoccupent le public intéressé par les chevaux de sport concernent, comme nous l'avons déjà souligné, la mort d'un cheval, l'utilisation de la cravache, les blessures et bien d'autres. Le vétérinaire qui travaille avec ces chevaux doit tenir compte de ces questions. Pour autant elles ne sont pas suffisantes et tout traitement prescrit (corticoïdes, bronchodilatateur, antibiotiques) doit également faire l'objet d'une attention particulière. Les vétérinaires peuvent être sollicités par les propriétaires pour réaliser des soins analgésiques, ou « symptomatiques », dans l'objectif de poursuivre un entraînement. Nous posons ici la question initialement soulevée par Rollin (Rollin, 1978) : **le vétérinaire a-t-il une allégeance primaire envers l'animal ou envers le propriétaire ?**

Nous soutenons l'idée que les traitements des chevaux de compétition sont non dissociables de la vie du sportif. Si en médecine humaine nous pouvons recueillir le consentement de l'athlète il n'est pas possible d'en faire autant avec un cheval. Campbell, propose qu'un traitement de cheval de compétition est éthiquement acceptable s'il réunit deux conditions (Campbell, 2012) :

- Il a un effet bénéfique pour les humains associés à l'animal,
- Il a le potentiel d'améliorer l'état de l'animal et non de simplement masquer la douleur

Prenons deux exemples :

- Le traitement par cellules souches des lésions tendineuses, qui favorise la réparation des tendons (S. E. Taylor et al., 2007), serait éthiquement acceptable du moment qu'un temps d'attente est appliqué après l'acte et avant la reprise de l'effort.
- La « cautérisation » des tendons (Hayward & Adams, 2001) ne le serait pas.

Si ces exemples semblent triviaux, la situation est moins évidente lorsque les effets à court terme et à long terme du traitement diffèrent, entraînant à la fois des effets bénéfiques et néfastes, comme c'est le cas avec les injections intra-articulaires de stéroïdes (McIlwraith, 2010). Nous proposons une méthode appuyée par la théorie de Campbell (M. Campbell, 2012) pour garantir une prise de décision éthique dans le respect de la réglementation en médecine du sport (**figure 15**). Elle ne tient pas compte de la temporalité des actes ou traitements effectués.

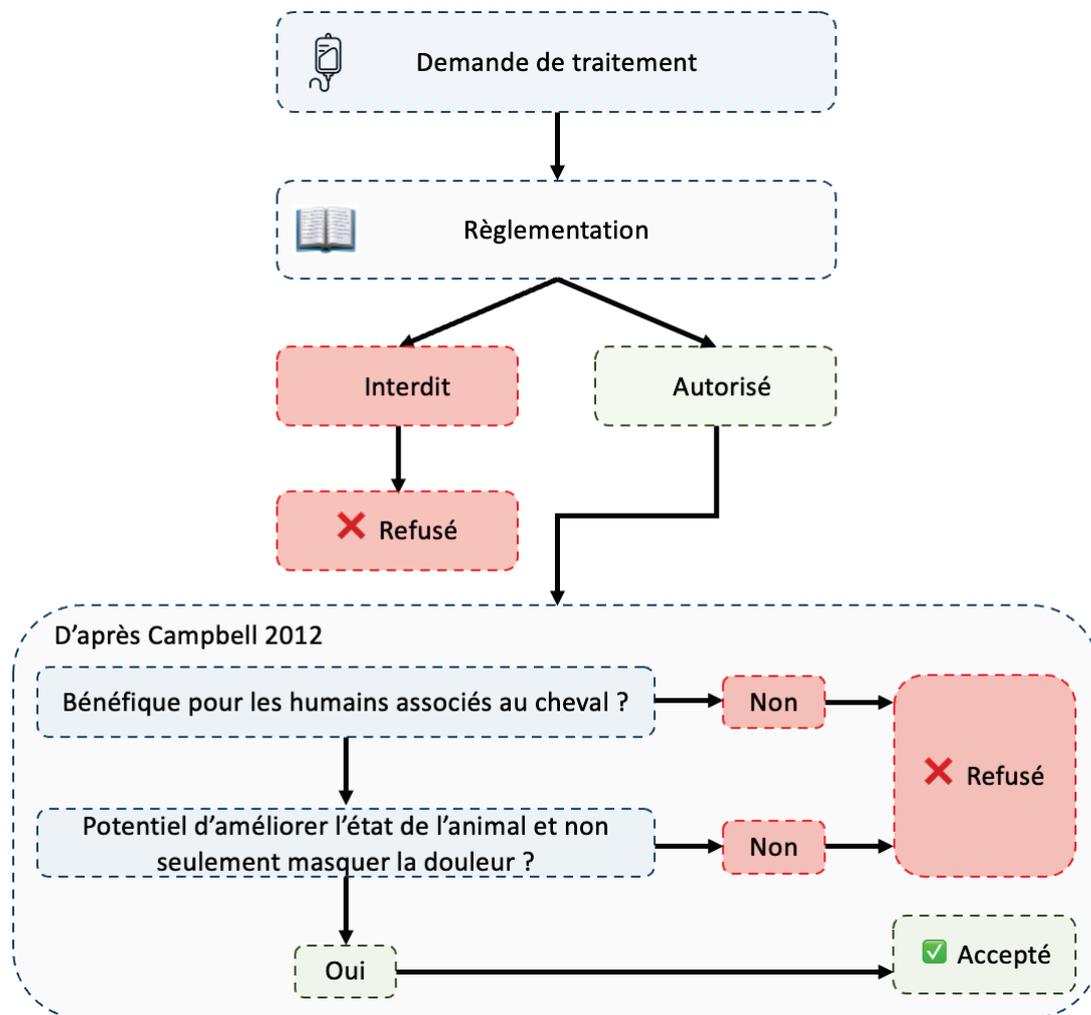


Figure 15 : Proposition d'une méthode basée sur la théorie de Campbell pour une prise de décision éthique en médecine vétérinaire du sport. (figure T.Camptort)

Dans le cas de la fluidothérapie, le vétérinaire doit décider si les risques liés à la mise en place d'un cathéter IV sont acceptables par rapport aux avantages potentiels pour le cheval. Dans l'objectif d'une décision éthique, une analyse du contexte est de rigueur : si le vétérinaire constate que le détenteur du cheval prévoit d'exploiter le traitement pour réduire le temps de repos de l'animal au détriment de sa récupération physiologique, il peut légitimement estimer que la balance bénéfice-risque global ne

penche pas en faveur du bien-être du cheval. Dans de tels cas, il est de la responsabilité du vétérinaire de refuser la mise en place du traitement, en veillant ainsi à la santé et au bien-être du cheval.

Le vétérinaire exerce aussi un rôle essentiel de conseil. Souvent, la demande de fluidothérapie provient du détenteur du cheval, qui souhaite accélérer la récupération de l'animal ou reprendre plus rapidement la compétition ou la route pour rentrer à l'écurie en camion. Lorsque la réglementation n'interdit pas au vétérinaire de procéder à ce traitement, il a la responsabilité de sensibiliser le détenteur aux complications potentielles de la procédure. Par exemple, la mise en place d'un cathéter intraveineux et l'injection de soluté contenant des ions comportent des risques et des effets secondaires possibles (phlébite, thrombose, œdème ou embolie pulmonaire, etc.). Il incombe donc au vétérinaire d'obtenir le consentement éclairé du détenteur en l'informant de ces risques et en expliquant pourquoi la balance bénéfico-risque ne penche pas en faveur du cheval dans certaines situations. L'éthique médicale ne peut être dissociée du contexte, et le vétérinaire devrait toujours écouter attentivement les raisons sous-jacentes à la demande d'un traitement avant de prendre une décision éclairée, non guidée par des considérations économiques comme l'impose le serment de Bourgelat et le Code de Déontologie (Code de Déontologie Vétérinaire)

CE QU'IL FAUT RETENIR :

La médecine des chevaux de sport se situe à la croisée de plusieurs exigences, parfois contradictoires : répondre aux attentes des propriétaires, cavaliers, entraîneurs, respecter la réglementation et – avant tout – garantir la santé et le bien-être des chevaux. Ces enjeux mettent en évidence toute la pression qui repose sur les vétérinaires : la performance sportive valorisée pour des raisons économiques et culturelles ne saurait légitimement primer sur l'intégrité physique et mentale des chevaux dont les vétérinaires sont garants.

Le rôle du vétérinaire ne se limite pas à l'application des règlements des compétitions et des mesures anti-dopage. En effet, les limites entre soin bénéfique et pratique abusive restent parfois floues, notamment lorsque des traitements présentent des bénéfices immédiats pour la performance mais des risques à long terme pour l'animal. C'est dans cette « zone grise » que le vétérinaire doit faire preuve d'une éthique professionnelle forte et bien appuyée sur une analyse du contexte. Bien qu'elle s'avère parfois insuffisante, la méthode présentée par Campbell (Campbell, 2012) permet d'aider à la prise de décision éthique.

La partie suivante présente une approche principiste permettant de compléter la méthode de Campbell (Campbell, 2012) pour donner des clés de décisions éthiques aux vétérinaires de chevaux de sport.

3. Approche principiste de Beauchamp et Childress : abord éthique de la médecine du sport

a. Les quatre principes éthiques de Beauchamp et Childress

Nos lectures et réflexions nous conduisent à penser qu'il serait contreproductif d'appliquer de façon systématique un "arbre décisionnel" simple pour guider les choix éthiques complexe en médecine du sport. Il nous apparaît plus cohérent de considérer une approche basée sur un cadre de référence bien adapté à la problématique et qui permet une approche diversifiée. Une approche largement utilisée en médecine humaine pour décrypter les questions éthiques est le « principisme ». En effet, l'approche principiste est utilisée depuis 2013 par la Haute Autorité de Santé (HAS) (HAS, 2013). En matière de médecine sportive, la méthode principiste est également présentée aux médecins du sport dans la

« Malette du médecin du sport » de la WADA (WADA, 2014). À cet égard, nous allons introduire les quatre principes de l'éthique biomédicale formulés par Beauchamp et Childress en 1994, dans leur ouvrage intitulé "Principles of Biomedical Ethics" (Beauchamp & Childress, 1994) et dont la traduction française est parue en 2007. Cette approche n'a, à notre connaissance, pas encore fait l'objet d'une description en médecine sportive vétérinaire.

Pour déterminer les quatre principes fondateurs de leur théorie, on utilise les modèles déductifs et inductifs (**figure 16**) puis ces principes sont soumis au processus de cohérence également appelé « équilibre réfléchi » ou « théorie de la cohérence » (Keeling & Bellefleur, 2016) pour résoudre une situation :

- Le modèle déductif (descendant) : il part d'une idée ou d'une croyance large et générale sur la morale pour en déduire des directives morales spécifiques qui guideront la prise de décision dans des situations particulières.
- Le modèle inductif (ascendant) : il élabore des principes moraux à partir d'observations et d'analyses de situations concrètes. Contrairement à l'approche déductive, qui part d'une théorie morale fondamentale pour élaborer des principes spécifiques, l'approche inductive part de cas concrets pour formuler des principes généraux.

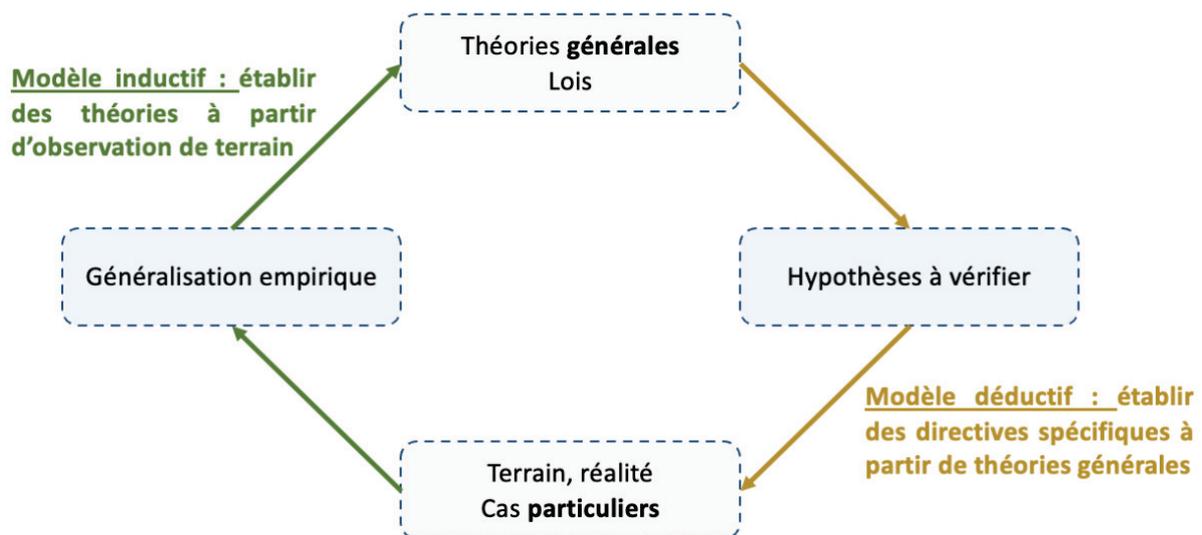


Figure 16 : Modèles déductifs et inductifs utilisés dans l'élaboration des quatre principes éthiques de Beauchamp et Childress (figure T.Camptort)

Beauchamp et Childress précisent l'utilisation d'un processus de cohérence ou équilibre réfléchi dans l'élaboration des principes éthiques. Ils expliquent « *qu'une spécification particulière, ou toute révision de la conviction morale est justifiée si elle maximise la cohérence de l'ensemble global des convictions acceptées après réflexion* » (Beauchamp & Childress, 1994). Ainsi ce modèle met l'accent sur l'idée que des intuitions morales partagées par de nombreuses personnes peuvent servir de base à la justification de choix éthiques. Pour déterminer si une action ou une décision est moralement justifiable, on vérifie si elle est cohérente avec ces intuitions morales communes.

Sur la base de ces deux modèles, Beauchamp et Childress ont établi les quatre principes de l'éthique médicale (**figure 17**).

- Respect de l'autonomie
- Bienfaisance
- Non-malfaisance
- Justice

Beauchamp et Childress considèrent que les 4 principes sont d'importance égale dans la pratique éthique.

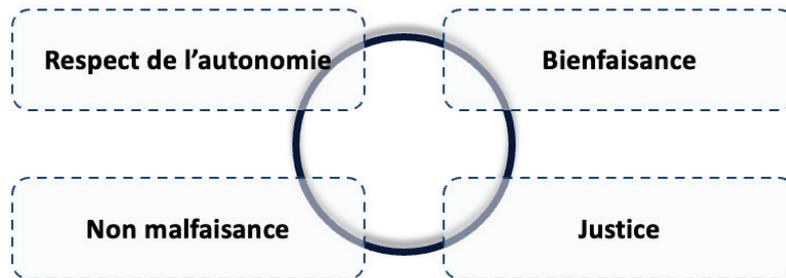


Figure 17 : Illustration des quatre principes de l'éthique médicale selon Beauchamp et Childress. (figure T.Camptort) Le cercle représente la prise de décision, qui émerge de la mise en balance des principes parfois concurrents : respect de l'autonomie, bienfaisance, non-malfaisance et justice.

L'explication de ces quatre principes détaillés ci-dessous est tirée de l'œuvre de Beauchamp et Childress (Beauchamp & Childress, 1994).

b. Respect de l'autonomie

Le respect de l'autonomie en médecine humaine repose sur l'idée fondamentale que chaque individu devrait avoir le droit de décider de la manière dont il souhaite vivre sa vie, y compris en ce qui concerne ses choix médicaux, sauf en cas de menace pour autrui. En d'autres termes, il s'agit de permettre aux patients de prendre des décisions autonomes concernant leur traitement médical, en respectant leurs préférences et leurs valeurs. Le médecin devrait donc guider le plan de traitement en fonction de ce que le patient considère comme étant dans son meilleur intérêt, plutôt que d'imposer ses propres jugements. Le consentement éclairé est un aspect essentiel du respect de l'autonomie. Il implique que le patient soit pleinement informé des détails de son traitement, des risques et des avantages, de manière à pouvoir prendre une décision éclairée.

En médecine vétérinaire, le respect de l'autonomie peut également être utilisé, bien que les animaux ne puissent pas prendre de décisions autonomes. Le vétérinaire applique le principe de l'autonomie au propriétaire de l'animal pour obtenir son consentement éclairé et discuter des options de traitement. Cependant, il peut être difficile pour un vétérinaire de laisser un propriétaire prendre des décisions qui, selon le vétérinaire, pourraient ne pas être dans l'intérêt de l'animal. Cela soulève des questions complexes sur la relation entre le vétérinaire, le détenteur et l'animal, ainsi que sur la manière de garantir le respect de l'autonomie tout en protégeant le bien-être de l'animal. A notre avis, le vétérinaire devrait uniquement entreprendre des traitements qui sont en accord avec ses valeurs bâties sur des connaissances scientifiques et éthiques (concernant les avancées comportementales et médicales), conformes à la déontologie vétérinaire et ce, après avoir obtenu le consentement éclairé du propriétaire. Le respect de l'autonomie en médecine vétérinaire, tel que nous le concevons, se traduit par le recueil du consentement du détenteur, dans l'intérêt de l'animal, et en alignement avec

les principes éthiques du vétérinaire et de la profession (**figure 18**). Cette approche garantit à la fois la participation active du propriétaire dans les décisions médicales relative à son animal tout en préservant les principes déontologiques du vétérinaire et le bien-être animal.

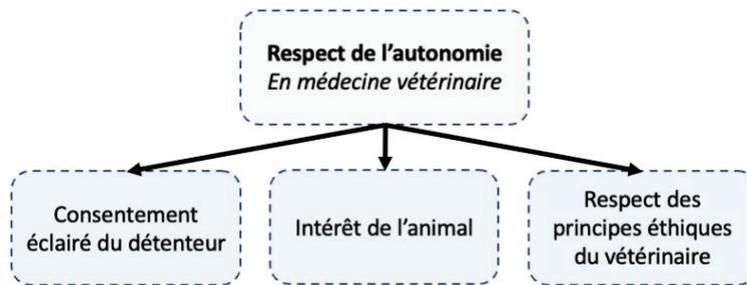


Figure 18 : Illustration du principe de « Respect de l'autonomie » en médecine vétérinaire. (figure T.Camptort)

c. Bienfaisance - Bientraitance

Le principe de bienfaisance, repose sur l'idée que les professionnels de santé doivent intervenir dans la vie des patients pour leur apporter un bénéfice. Nous comprenons alors la dimension utilitariste du principe de bienfaisance où le praticien doit agir dans un objectif précis, utile à son patient. L'utilitarisme lié au principe de bienfaisance signifie que l'action et les conséquences de l'action doivent avoir un effet bénéfique global. L'étude du contexte et des conséquences de l'action sont à prendre en compte : il ne s'agit pas seulement d'avoir une action positive à court terme pour un patient donné.

En médecine vétérinaire, on utilise le terme bientraitance plus communément (Académie Vétérinaire de France, 2007). Ce principe exige que les vétérinaires choisissent les traitements et les interventions qui sont les plus susceptibles de profiter à l'animal, même si cela peut parfois entrer en conflit avec les préférences ou les opinions du propriétaire de l'animal. Cela met en évidence la nécessité pour le vétérinaire de maintenir une communication ouverte et empathique avec le propriétaire. Il est essentiel d'écouter attentivement les besoins et les préoccupations du propriétaire afin de pouvoir y répondre de manière appropriée et adaptée, dans l'intérêt supérieur de l'animal (**figure 19**). Par conséquent, la formation aux techniques de communication et à l'écoute active est un atout précieux pour les vétérinaires, car elle favorise une compréhension mutuelle et la recherche de véritables consentements éclairés, voire des compromis, qui sont bénéfiques à la fois pour l'animal et le propriétaire. Effectivement, la relation entre le vétérinaire et le propriétaire est au cœur du principe de bienfaisance en médecine vétérinaire. Ce principe doit être appliqué à la fois à l'animal et au propriétaire. Il s'agit de veiller au bien-être de l'animal sur la base de nos connaissances (Principe des cinq libertés (Mellor et al., 2020)) tout en respectant les besoins, les préoccupations et contraintes du propriétaire.

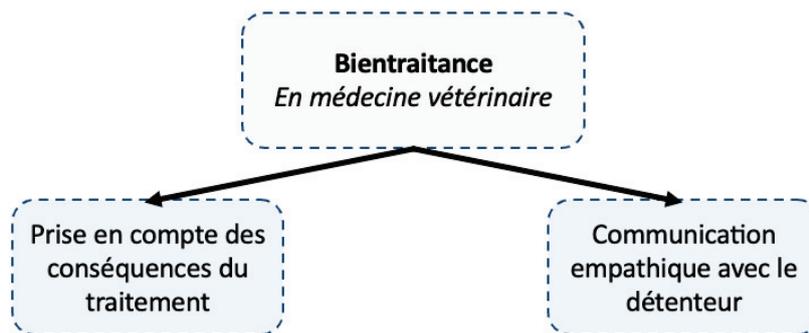


Figure 19 : Illustration du principe de bienveillance - bienveillance adapté en médecine vétérinaire. (figure T.Camptort)

d. Non malfaisance – Non maltraitance

Le principe de non-malfaisance en médecine humaine stipule que le médecin ne doit pas nuire au patient. Cette notion découle directement du principe de bienveillance, qui vise à promouvoir le bien du patient. En d'autres termes, le médecin a la responsabilité de choisir des traitements et des interventions qui ne causent pas de préjudice inutile au patient. Le principe de non-malfaisance signifie que les médecins du sport doivent veiller à ce que les traitements et les interventions proposés aux athlètes ne leur causent pas de préjudice inutile. Cela inclut l'utilisation de médicaments ou de thérapies qui pourraient avoir des effets secondaires nuisibles pour l'athlète. Par exemple, l'utilisation de médicaments dopants peut entraîner des conséquences néfastes sur la santé à long terme, et les médecins du sport ont la responsabilité de s'assurer que de tels traitements ne sont pas administrés.

Les vétérinaires ont également le devoir de ne pas nuire aux animaux qu'ils traitent. Cela signifie qu'ils doivent choisir des traitements et des interventions qui sont dans l'intérêt de l'animal et qui ne lui infligeront pas de souffrance inutile. Ils doivent également être conscients des dernières avancées en matière de soins vétérinaires et des nouvelles méthodes de traitement pour s'assurer d'offrir les meilleurs soins possibles. En médecine sportive équine, le principe de non-malfaisance s'applique de manière similaire : en médecine vétérinaire on parle de « non-maltraitance » (**figure 20**). Les vétérinaires qui travaillent avec des chevaux de sport doivent choisir des traitements et des interventions qui sont dans l'intérêt du cheval et qui ne lui causent pas de souffrance inutile « *Primum non nocere* » : « *d'abord ne pas nuire* ». Les vétérinaires du sport équin doivent donc avant tout préserver la bienveillance, mais aussi avoir connaissances des règles et des réglementations liées à la compétition équestre, y compris les règles antidopage pour les chevaux.

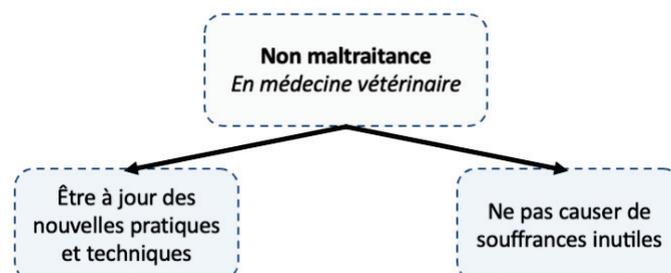


Figure 20 : Illustration du principe de « Non-malfaisance » / « non-maltraitance » adapté en médecine vétérinaire. (figure T.Camptort)

e. Justice

Le principe de justice en médecine humaine implique que chaque médecin doit agir de manière équitable lors de ses interactions avec les patients. Cela signifie que les médecins ne doivent pas nécessairement traiter tous les patients de la même manière, mais ils doivent traiter de manière similaire les cas similaires et de manière différente les cas différents, en respectant l'équité. L'application la plus courante de ce principe est la répartition des ressources, où les patients plus gravement blessés ou malades peuvent recevoir une priorité d'accès aux soins par rapport à ceux dont l'état est moins critique.

De la même façon qu'en médecine humaine, les vétérinaires doivent veiller à ce que les ressources médicales, telles que l'accès aux installations médicales et aux traitements, soient distribuées de manière équitable entre les différents propriétaires de chevaux lors des compétitions qui sont le cadre de notre travail. Cela signifie qu'aucun propriétaire ne devrait être avantagé ou désavantagé injustement en termes d'accès aux soins pour leurs chevaux. Pour autant le vétérinaire est souvent confronté aux moyens financiers des propriétaires, pouvant être un frein à l'accès aux soins. Il nous paraît essentiel de préciser que les vétérinaires peuvent être confrontés aux contraintes financières des propriétaires, ce qui peut influencer leurs décisions médicales. Toutefois, tout en étant conscients de la nécessité pour les vétérinaires de maintenir des moyens de subsistance décentes, il est de leur responsabilité de trouver un équilibre optimal entre les impératifs de bien-être animal et les contraintes financières des propriétaires (**figure 21**). Cette démarche exige une réflexion éthique approfondie et une communication ouverte avec les propriétaires afin de parvenir à des décisions éthiques et équitables pour le bien-être des chevaux athlètes.

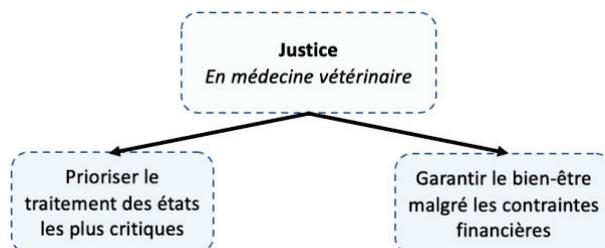


Figure 21 : Illustration du principe de « Justice » adapté en médecine vétérinaire. (figure T.Camptort)

CE QU'IL FAUT RETENIR :

L'éthique dans la médecine sportive vétérinaire est un domaine complexe et en constante évolution, où les professionnels sont confrontés à un équilibre délicat entre le bien-être des animaux, les aspirations des propriétaires, et les exigences de la réglementation.

Nous avons reconnu l'évolution significative des statuts légaux des animaux, passant de simples biens marchands à des êtres doués de sensibilité. Cette transformation reflète une prise de conscience croissante de la société quant à la nécessité de protéger les animaux. Dans ce contexte, la médecine sportive vétérinaire se doit d'intégrer ces préoccupations en plaçant le bien-être des chevaux athlètes au cœur de ses pratiques.

En suivant les principes éthiques fondamentaux de Beauchamp et Childress - le respect de l'autonomie, la bienfaisance, la non-malfaisance et la justice - les vétérinaires peuvent guider leurs décisions et actions dans un cadre éthique solide (**figure 22**). Cependant, il est essentiel de reconnaître que l'application de ces principes exige de bonnes connaissances scientifiques actualisées, une réflexion contextuelle, une communication ouverte avec les propriétaires et une posture réflexive de la part du vétérinaire.

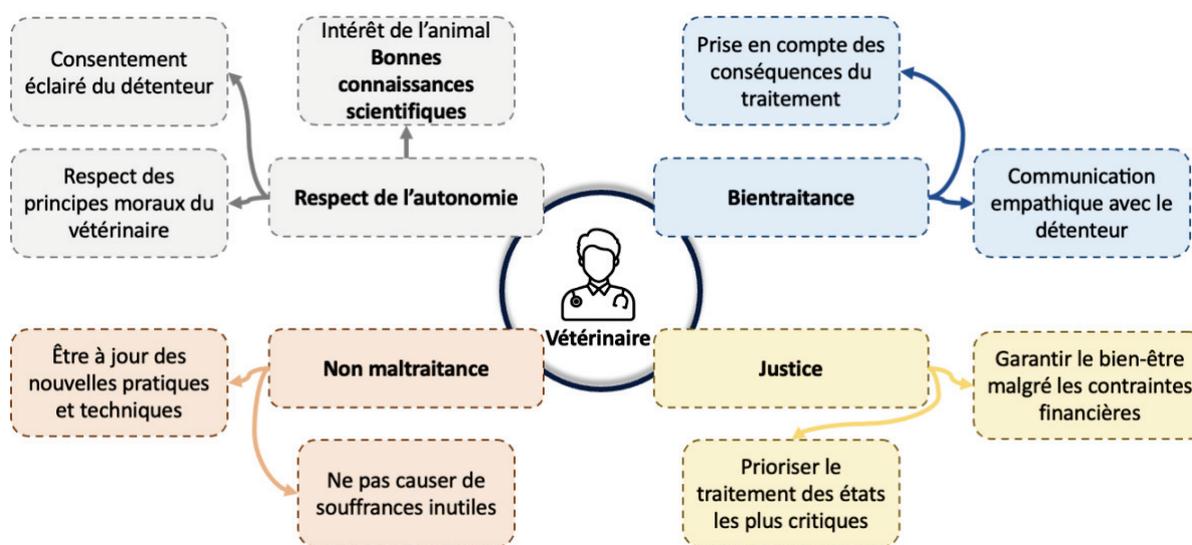


Figure 22 : Illustration d'une proposition de démarche éthique pour les vétérinaires, basée sur l'approche principiste en médecine du sport. (figure T.Camptort)

Les aspects éthiques qui encadrent la médecine des chevaux de sport sont ancrés dans l'évolution des statuts juridiques des animaux et les obligations professionnelles des vétérinaires (dont l'obligation de formation continue tout au long de la vie, comme les médecins). Les choix éthiques doivent s'appuyer sur des connaissances scientifiques pour garantir des décisions éclairées et adaptées au bien-être des chevaux. La partie suivante se concentrera donc sur les mécanismes biologiques liés à la récupération. Nous examinerons les indications cliniques de la fluidothérapie en contexte sportif, afin de déterminer si les données actuelles valident son utilisation et dans quelles conditions spécifiques elle peut réellement contribuer à une récupération efficace.

III. Fluidothérapie en compétition et récupération active

La fluidothérapie (ou thérapeutique liquidienne) est l'administration de fluides dans l'objectif de restaurer le volume circulant et corriger les déséquilibres électrolytiques et acido-basiques (Zimmel et al. 2005). Le choix des solutés, la voie d'administration et le volume administré dépendent de l'état clinique et sont à l'appréciation du clinicien.

La FEI considère que dès lors que le volume injecté en IV dépasse les 100mL alors il s'agit d'une perfusion (FEI 2025). Pour les athlètes humains, la WADA considère la perfusions comme l'injection intraveineuse de plus de 100mL par période de 12 heures (WADA, 2025) (**figure 23**).

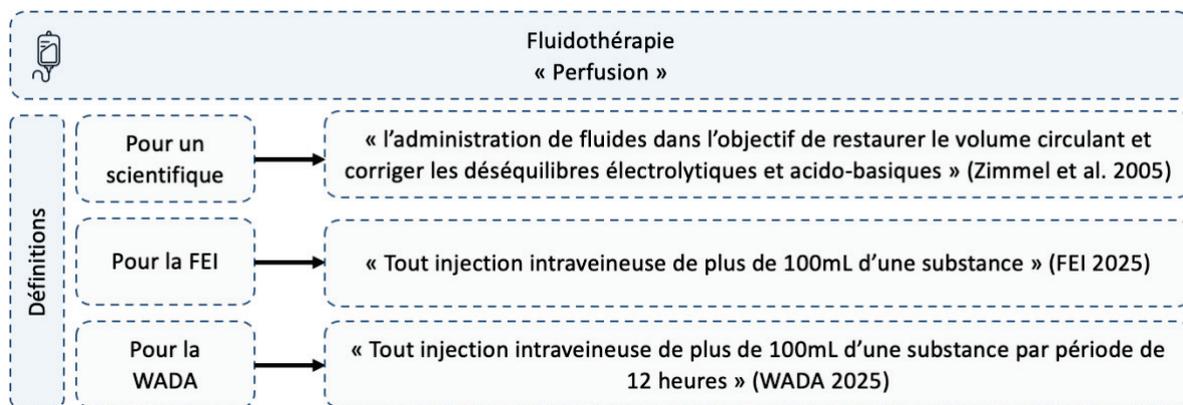


Figure 23 : Les définitions de la fluidothérapie. (figure T.Camptort)

La récupération est définie par l'INSEP (Institut National du Sport de l'Expertise et de la Performance) comme l'ensemble des processus mis en jeu après un entraînement de façon à retrouver l'intégrité des moyens physiques pour aborder au mieux la séance suivante (Hetal et al. 1996).

La période de récupération doit permettre les modifications biochimiques et fonctionnelles nécessaires à l'amélioration des performances.

Au sein d'un cycle d'entraînement on distingue trois périodes de récupération distinctes :

- Au cours d'entraînements fractionnés (aussi appelés « interval training »), la récupération désigne le temps séparant deux exercices de haute intensité. Ce temps permet à l'organisme de retrouver les moyens physiques pour aborder l'exercice suivant (en rouge sur la **figure 24**).
- A la fin d'une séance d'entraînement, une période de récupération peut être présente et est souvent appelée « retour au calme » (en bleue sur la **figure 24**)
- Enfin, le temps séparant deux séances d'entraînements est également une période de récupération (en jaune sur la **figure 24**)

Chez l'athlète entraîné, le temps de récupération entre les exercices de haute intensité est beaucoup plus court (de l'ordre de quelques secondes à quelques minutes) que le temps de récupération entre les séances d'entraînements (de l'ordre de quelques heures à plusieurs jours).

On distingue deux types de récupération (**figure 24**) :

- **La récupération active** qui consiste à maintenir un travail de très faible intensité à l'issue d'un exercice. La récupération active peut être au cœur même de la séance ou à la fin de la séance durant la phase de retour au calme (Hausswirth, 2013)
- **La récupération passive** qui consiste en un arrêt complet de l'effort. De la même façon, elle peut être planifiée au cœur même de la séance ou durant la phase de retour au calme.

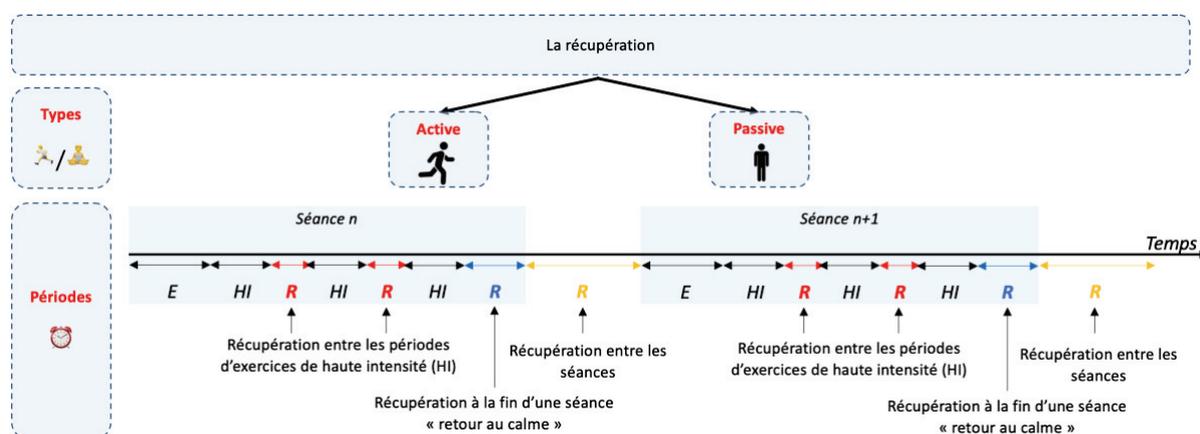


Figure 24 : Types et périodes de récupération (figure T.Camptort)

Pour rétablir l'homéostasie tout en permettant les adaptations de l'organisme nécessaires à la performance, l'INSEP a établi cinq facteurs de récupération chez l'athlète humain (Hetal et al. 1996) :

- Les indices biologiques
- L'appareil locomoteur
- La nutrition
- Les thérapeutiques complémentaires.
- La neuropsychologie

À notre connaissance, il n'existe pas de structure équivalente à l'INSEP spécifiquement dédiée au cheval, et par conséquent, aucun consensus concernant la récupération équine n'a été établi. Après avoir caractérisé la récupération active, nous étudierons les facteurs de récupération identifiés par l'INSEP pour les athlètes humains, en intégrant les données bibliographiques disponibles chez le cheval. Enfin, nous mettrons en perspective les principales indications de la fluidothérapie en compétition pour des athlètes humains et équins.

1. La récupération active

a. Étude chez l'athlète humain

i. Influence sur l'élimination du lactate

Chez les sportifs, le lactate accumulé dans le muscle et dans le sang durant l'effort intense est souvent considéré comme responsable de l'apparition de crampes. A notre connaissance, il n'existe pas d'étude montrant un effet des lactates sur l'apparition de crampes musculaires. La libération du lactate entraîne une diminution du pH intracellulaire. La récupération active accélère l'élimination des lactates

en dehors de la cellule musculaire par un symport $H^+/Lact^-$ (**figure 25**) (Spierer et al., 2004). Une conception traditionnelle plaçait les ions H^+ au centre des mécanismes de la fatigue à l'exercice intense. Pour autant des données plus récentes sont venues nuancer ou même contredire cette théorie. L'accumulation de phosphates inorganiques, plus que celles des protons, serait problématique à température physiologique (Westerblad et al., 2002).

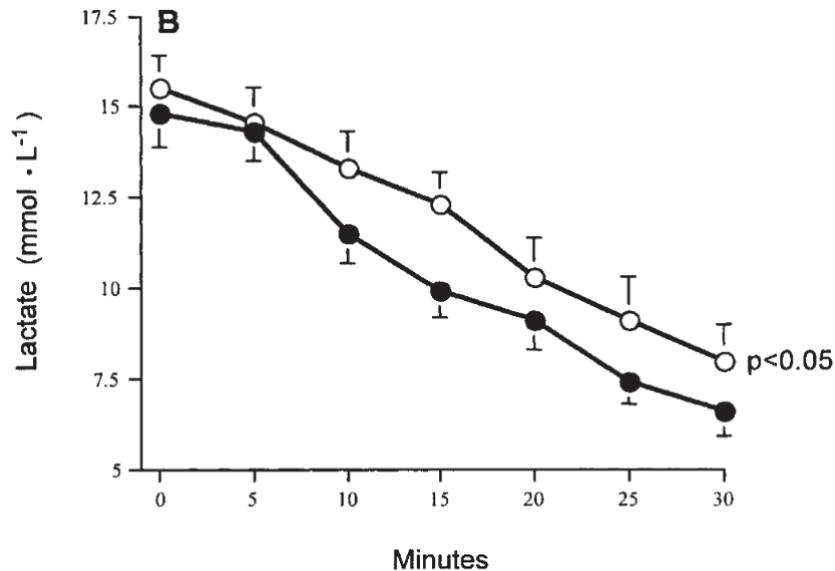


Figure 25 : Taux de lactates sanguin immédiatement après une série d'exercices supra maximaux et dans les trente minutes qui suivent, lors d'une récupération active (●) ou passive (○) chez neuf joueurs de hockey modérément entraînés d'après (Spierer et al., 2004)

ii. Influence sur la fréquence cardiaque

Lors de l'arrêt d'un exercice, une multitude de facteurs conduisent à la diminution de la pression artérielle. D'abord le tonus sympathique diminue drastiquement lorsque les mécanorécepteurs et récepteurs musculo-tendineux ne sont plus stimulés. Aussi la baisse de la volémie et la vasodilatation consécutive à la sudation contribuent à la baisse de la pression artérielle. Enfin une accumulation d'acide lactique à fort pouvoir osmotique provoque une rétention d'eau extravasculaire aggravant encore la baisse de pression artérielle (**figure 26**).

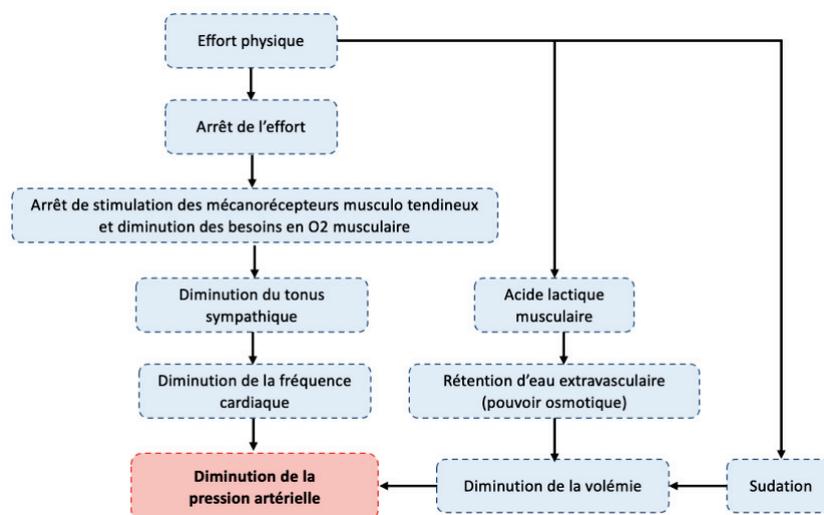


Figure 26 : Représentation schématiques des mécanismes à l'origine de la diminution de la pression artérielle après l'effort (figure T.Camptort)

Le maintien d'un exercice modéré après un effort, à 60-70% de la FC max (fréquence cardiaque maximum), permet un maintien du débit cardiaque donc de la pression artérielle et permet une récupération active (Larson et al., 2013) et donc de la pression artérielle. En effet la pression artérielle (PA) est directement liée à la fréquence cardiaque (FC), au volume d'éjection systolique (VES), et aux résistances vasculaires systémiques (RVS) par la formule : $PA = FC \times VES \times RVS$

iii. Influence sur la synthèse en glycogène

Il a été démontré que les lésions musculaires induites par l'exercice altèrent la resynthèse du glycogène après l'exercice (Costill et al., 1990). Un exercice – même de faible intensité – réalisé après un effort couteux en glycogène musculaire compromet le retour à des valeurs normales en glycogène (**figure 27**) (Fairchild et al., 2003). Cette limitation semble présente seulement dans les fibres de type I (Fairchild et al., 2003). Une hypothèse serait que ce sont les principales fibres impliquées dans l'exercice de faible intensité. Une étude (Sherman et al., 1984) a montré qu'après un marathon, un groupe de coureurs qui réalise une récupération active (pendant 6 jours, progressivement de 20 à 45 minutes de course) avait des performances musculaires moindres que le groupe au repos complet. Ainsi pour des efforts de longue durée (marathon, trails, ultratrails), une récupération active semble déconseillée. La priorité doit plutôt être accordée aux stratégies nutritionnelles visant à reconstituer les réserves de glycogène, principal carburant des sportifs d'endurance.

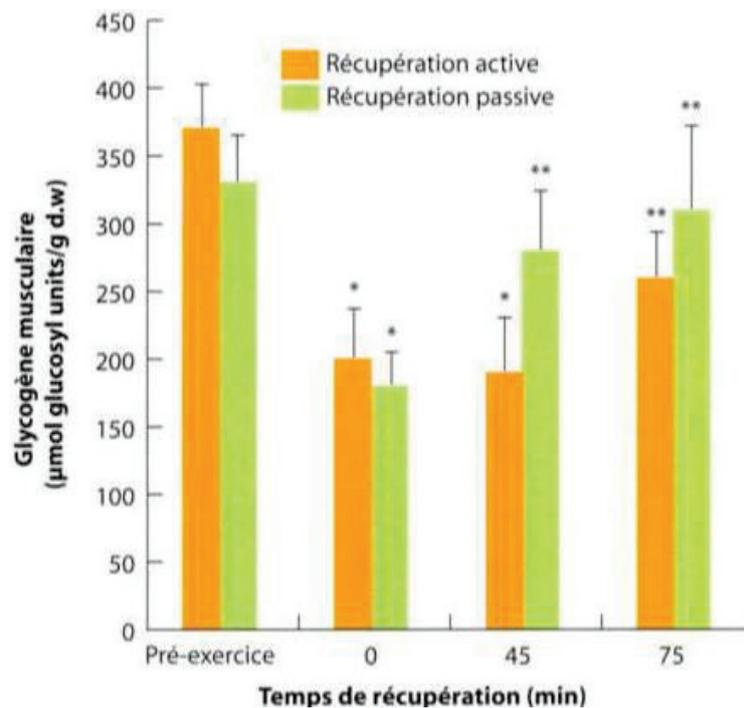


Figure 27 : Glycogène musculaire en fonction du type de récupération active ou passive (n = 8) d'après (Fairchild et al., 2003)

* : différence significative par rapport aux résultats de « pré-exercice » ($p < 0,05$) ;

** : différence significative par rapport aux résultats à 0 min de récupération ($p < 0,05$).

b. Étude chez le cheval

i. Influence sur l'élimination du lactate

Dans une étude (Dahl et al., 2006) trente-sept trotteurs ont effectué un test d'effort standardisé sur piste. Les chevaux ont été répartis au hasard en 4 groupes de récupération : récupération passive, 10 min de récupération au pas, 10 min de récupération au trot lent (40 à 50% FC max) et 10 min de récupération au trot rapide (60 à 70% FC max) avant, pendant et une heure après l'exercice initial (3 étapes de sprint à 500, 570 et 640 m/min). La concentration sanguine en lactates a été mesurée. La concentration moyenne de lactate sanguin sur T0 était la même dans les 4 groupes. Des changements significatifs dans la concentration sanguine de lactate sont apparus à T10 et T30, le groupe au trot rapide ayant un lactate sanguin inférieur à celui des groupes au trot lent et marche. Une récupération au trot rapide entraîne une diminution de la concentration de lactate dans le sang supérieure à celle au trot lent (**figure 28**). Une heure après la fin du travail il n'y avait plus de différence significative entre les groupes. Il pourrait exister une "fenêtre métabolique" après l'effort, durant laquelle l'élimination des lactates serait plus rapide que juste après l'arrêt de l'exercice ou qu'une heure plus tard. Des études complémentaires sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse.

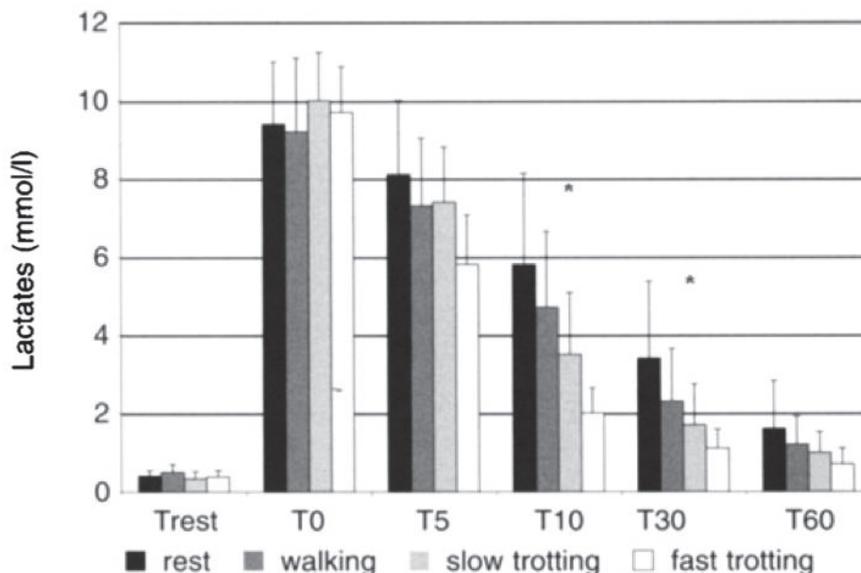


Figure 28 : Concentration en lactate sanguine dans les 4 groupes de récupération d'après (Dahl et al., 2006)

*Groupe repos significativement différent des autres groupes ($P < 0.05$)

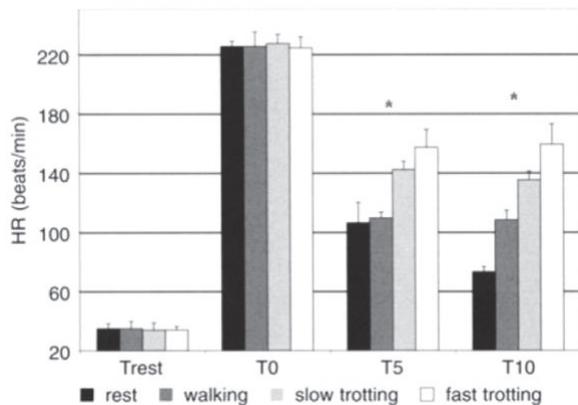
ii. Influence sur la fréquence cardiaque

S. Dahl et ses collaborateurs (Dahl et al., 2006) ont montrés dans la même étude que pendant une période de récupération, la fréquence cardiaque était liée à l'intensité de l'exercice (**figure 29**). Elle est significativement plus élevée dans les groupes au trot lent et rapide que dans les groupes au repos durant les 10 premières minutes de récupération. Cependant, à 60 minutes les chevaux ayant récupéré au trot rapide présentaient une FC plus faible que ceux ayant une récupération de faible intensité. Aussi à 60 minutes après l'effort, la FC du groupe laissé au repos était significativement plus élevée que celle du groupe au trot rapide.

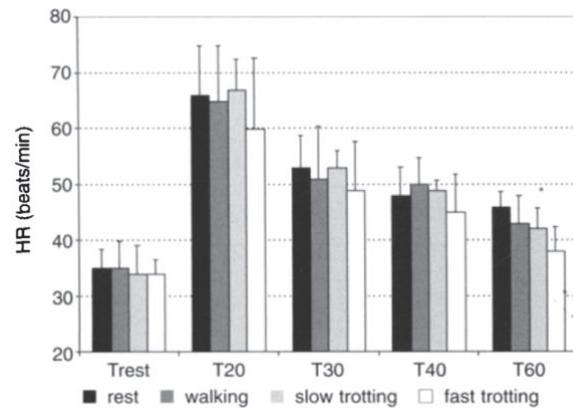
- À court terme (10 minutes après l'arrêt de l'exercice) : la récupération active d'une intensité de 60 à 70% de la FC max maintient une fréquence cardiaque plus élevée par rapport au repos

ou à la marche légère. Cela indique une demande continue pour soutenir l'effort musculaire et cardiovasculaire immédiat après l'exercice.

- À long terme (60 minutes après l'arrêt de l'exercice) : Une récupération d'une intensité de 60 à 70% de la FC max conduit à une réduction plus rapide de la fréquence cardiaque. Cela met en évidence une meilleure adaptation cardiovasculaire et un retour plus efficace à l'état de repos par rapport à une récupération passive. Cette efficacité pourrait s'expliquer par une meilleure élimination des déchets métaboliques et une optimisation du flux sanguin pendant la phase de récupération active. Des études complémentaires sont nécessaires pour vérifier cette hypothèse.



Fréquence cardiaque dans les 4 groupes de récupération de T0 à T10. *Trot lent et trot rapide significativement différents des groupes de repos et de marche ($p < 0,05$).



Fréquence cardiaque dans les 4 groupes de récupération de T20 à T60. *Trot lent et trot rapide significativement différents des groupes de repos et de marche ($p < 0,05$).

Figure 29 : Rythme cardiaque en fonction de la vitesse de récupération après l'effort : repos, marche, petit trot, trot rapide d'après (Dahl et al., 2006)

iii. Influence sur la synthèse en glycogène

Chez le cheval, au cours des 4 premières heures après un effort aérobique, la teneur en glycogène musculaire diminue et l'augmentation de la teneur en glycogène au cours des 24 premières heures suivant l'exercice est négligeable (Hyypä, 2007). L'absence de synthèse de glycogène au cours des 4 premières heures de la période de récupération est cohérente avec les résultats d'études antérieures sur les chevaux (Davie et al., 1995), mais contredit les résultats d'études menées sur des humains, où la resynthèse du glycogène commençait immédiatement après l'exercice, en particulier lorsqu'une supplémentation en glucides était fournie. En effet pour une complémentation à 4,2g/kg la vitesse de réplétion en glycogène est de 50,2 mmol/kg/h (Piehl Aulin et al., 2000). Chez le cheval, à des niveaux d'ingestion bien moindres (2,9g/kg) la teneur en glucides de l'alimentation ne semble pas influencer le taux de réplétion en glycogène (171 (+/-19) mmol/kg pour les complémentés contre 170 mmol/kg (+/-56) pour les non complémentés) (Jose-Cunilleras et al., 2006). Dans une autre étude, la complémentation IV à 6g/kg a permis d'avoir une vitesse de réplétion en glycogène à 18,8 mmol/kg/h après un exercice anaérobique (Davie et al., 1995). Cette différence entre les espèces pourrait être liée à des particularités dans la digestion des glucides

Nous avons vu précédemment que chez l'homme les lésions musculaires induites par l'exercice altèrent la resynthèse du glycogène après l'exercice (Costill et al., 1990). Il est possible que des altérations et des lésions musculaires induites par l'exercice soient présentes chez le cheval et aient également affecté le taux de reconstitution du glycogène musculaire chez le cheval (Hyypä, 2007).

Dans une étude sur des Standardbred lors d'effort anaérobie (exercice à vitesse incrémentale jusqu'à l'échec), la concentration de glycogène musculaire a été réduite de 22% après l'effort sans avoir d'effet significatif sur la capacité de travail physique lors d'exercices de haute intensité (mesuré avec la VO_{2max} (vitesse O_2 maximum)) (Lacombe et al., 1999). En revanche, une réduction de 55 % de la concentration de glycogène musculaire a entraîné une altération du métabolisme anaérobie (mais sans effet sur le métabolisme aérobie) chez les chevaux courant à une vitesse nécessitant 120% de la VO_{2max} (Lacombe et al., 1999). Si la resynthèse de glycogène est partielle et de l'ordre de 80%, le travail de haute intensité (anaérobie) n'est pas affecté (Lacombe et al., 1999). Les effets sur le travail de haute intensité sont visibles lorsque la resynthèse est plus faible (de l'ordre de 45%) (Lacombe et al., 1999). Des études complémentaires sont nécessaires pour vérifier ces premiers résultats et hypothèses (Lacombe et al., 1999).

CE QU'IL FAUT RETENIR :

L'étude comparative de trois paramètres clés de la récupération—le lactate, la fréquence cardiaque et le glycogène—chez l'athlète humain et le cheval a révélé à la fois des différences et des points communs entre les deux espèces. La principale divergence concerne la resynthèse du glycogène : elle commence immédiatement après l'effort chez l'Homme, tandis qu'elle reste négligeable durant les 24 premières heures chez le cheval (**figure 30**).

Trois axes de recherche ont été proposés pour approfondir la compréhension des mécanismes de récupération chez le cheval. Premièrement, il serait pertinent d'examiner l'existence d'une "fenêtre métabolique" après l'effort, durant laquelle l'élimination des lactates pourrait être plus rapide que juste après l'arrêt de l'exercice ou qu'une heure plus tard. Deuxièmement, l'observation d'une fréquence cardiaque plus basse une heure après une récupération active, comparée à une récupération au repos, pourrait-elle s'expliquer par une meilleure élimination des déchets métaboliques ? Enfin, il serait intéressant de vérifier si une resynthèse partielle de glycogène peut être optimisée et si elle permet tout de même au cheval de maintenir des performances élevées.

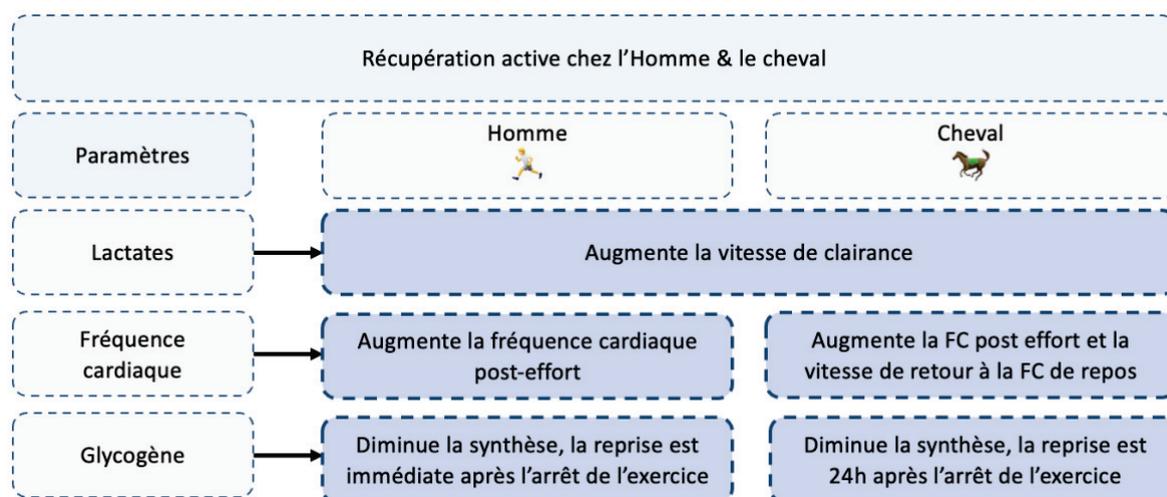


Figure 30 : Les principaux effets de la récupération active sur les lactates, la fréquence cardiaque et le métabolisme du glycogène chez l'Homme et le cheval (figure T.Camptort)

2. Les facteurs de récupération

a. Les indices biologiques

i. Métabolisme énergétique à l'effort

Lorsque le système locomoteur est activé, il en résulte des événements à la fois mécaniques, (contractions musculaires) et métaboliques (consommation de glucose pour la production d'énergie). Pendant l'exercice, l'ATP (Adénosine Tri Phosphate) est décomposée en ADP (Adénosine Di Phosphate) et en Pi (Phosphate inorganique) grâce à une lyse enzymatique, ce qui libère l'énergie nécessaire au travail musculaire. La réaction chimique correspondante est la suivante :



Cette réaction est facilitée par l'enzyme musculaire appelée adénosine triphosphatase (ATPase), et chaque mole d'ATP libère environ 1,8 kJ d'énergie.

L'ATP ne peut pas être transportée dans le corps, et sa concentration dans les muscles est relativement faible, environ 6 mmol/kg de muscle chez le cheval. Cela souligne l'importance de la synthèse continue d'ATP durant l'exercice pour maintenir l'effort. En moyenne, une personne au repos produit environ la moitié de son poids en ATP par jour, tandis qu'un cheval actif peut en régénérer jusqu'à quatre fois son poids.

Quatre voies métaboliques principales permettent la production d'ATP :

- La voie anaérobie de la créatine kinase et de la myokinase
- La voie anaérobie de la glycolyse
- La voie aérobie de la glycolyse
- La voie aérobie de la lipolyse

La voie métabolique dominante dépend de la durée et de l'intensité de l'effort. Il est important de noter que ces voies métaboliques fonctionnent en synergie, elles sont toutes actives en même temps pendant l'effort. La durée et l'intensité de l'effort va orienter la prédominance d'une des voies, mais elles sont toutes actives. **Le tableau 1** résume les caractéristiques clés des quatre voies métaboliques, y compris la puissance, le temps d'activation, les besoins en oxygène, et le délai avant l'apparition de la fatigue.

Tableau 1 : Puissance, délais, besoin en dioxygène et temps avant l'apparition de la fatigue des quatre voies métaboliques chez le cheval. Adapté de (Saltin, 1985)

	Puissance maximale (ATP/kg/s)	Temps pour atteindre la puissance maximale	Besoin en O_2 (mmol d' O_2 /ATP)	Temps avant l'apparition de fatigue
Dégradation des réserves d'ATP	11.2	<1s	0	Quelques secondes
Créatine kinase	8.6	<1s	0	Quelques secondes
Glycolyse anaérobie	5.2	<5s	0	Quelques minutes

Glycolyse aérobie	2.7	2-3 min	0,167	Plusieurs heures
Lipolyse aérobie	1.4	30 min	0,177	Plusieurs jours

Les voies anaérobies (créatine kinase et glycolyse anaérobie) génèrent rapidement de grandes quantités d'ATP, mais entraînent également une fatigue rapide, en quelques secondes seulement. Ces voies sont particulièrement efficaces au début de l'effort et lors d'exercices courts ou intenses. En revanche, les voies aérobiques (glycolyse aérobie et lipolyse) produisent de l'ATP plus lentement, mais permettent une endurance plus longue, avec une sensation de fatigue qui se manifeste au bout de plusieurs heures voire plusieurs jours. Ces voies sont adaptées aux exercices de longue durée et de faible intensité. Dans la plupart des disciplines, l'énergie provient principalement des voies aérobiques (**figure 31**) (Martin-Rosset, 2012).

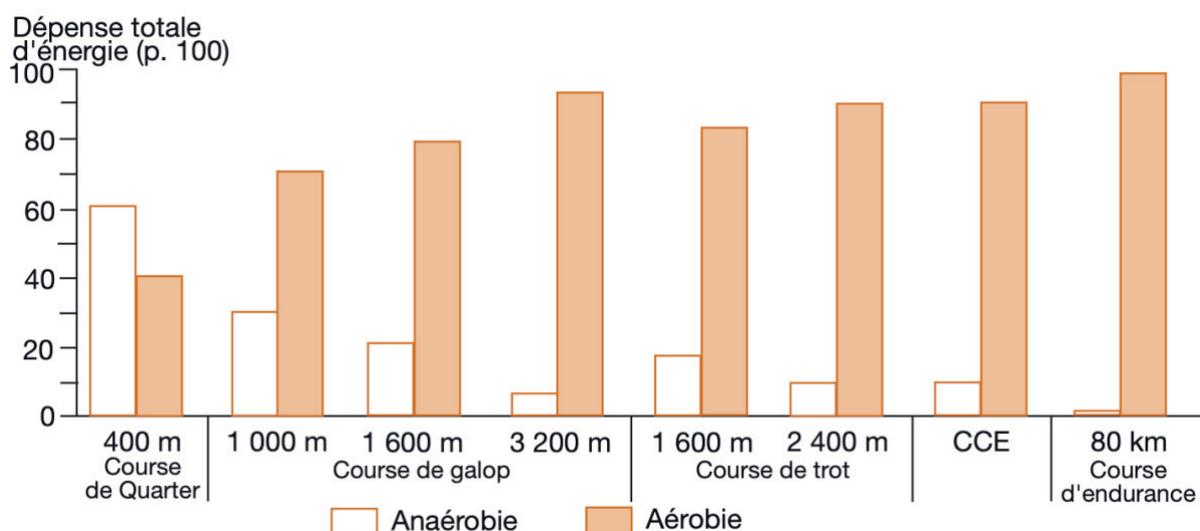


Figure 31 : Proportion d'énergie fournie par les métabolismes aérobie et anaérobie au cours de différentes disciplines d'après (Martin-Rosset, 2012) et (David & Hodgson, 2014).

➤ Voie de la créatine kinase et myokinase anaérobie :

Cette voie métabolique est la première à s'activer lors d'un effort. Elle exploite l'énergie immédiatement disponible dans les cellules musculaires en dégradant les phosphagènes, tels que l'ADP et la phosphocréatine, sans besoin en oxygène. La phosphocréatine joue un rôle crucial en tant que réserve d'énergie, permettant une régénération rapide de l'ATP. Cependant, la quantité de phosphagènes étant limitée, cette filière ne peut soutenir l'effort que pendant une courte période (environ une minute).

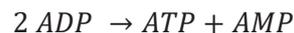
La reconstitution des phosphagènes est relativement rapide, avec 80 % des réserves restaurées en environ deux minutes (Harris et al., 1976), ce qui permet à cette voie de contribuer de nouveau lors des phases de haute intensité. En raison de sa capacité à fournir de l'énergie instantanément, cette voie est particulièrement efficace pour les efforts brefs mais intenses, comme un sprint.

Les réactions chimiques qui se produisent dans cette voie sont catalysées par deux enzymes spécifiques :

Réaction catalysée par la créatine kinase :



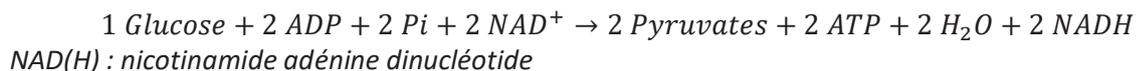
Réaction catalysée par la myokinase :



➤ Voies de la glycolyse anaérobie :

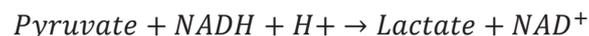
Le glucose, qui sert de substrat à la glycolyse, peut provenir soit du glucose circulant dans le sang, soit des réserves de glycogène stockées dans les muscles. La durée d'utilisation de cette voie métabolique varie entre 5 et 20 minutes, en fonction de l'intensité de l'effort.

Bilan de la glycolyse (du glucose au pyruvate) :



Le pyruvate ainsi produit est ensuite transformé en acide lactique lors du processus de fermentation lactique, sous l'action de l'enzyme lactate déshydrogénase.

Bilan de la fermentation lactique :



Nous avons déjà vu que la production de lactate entraîne une baisse du pH intracellulaire, ce qui acidifie le milieu. Cette acidification nuit au fonctionnement des enzymes musculaires, limitant ainsi l'efficacité des muscles. Les ions H⁺ qui s'accumulent jouent également un rôle inhibiteur sur la phosphofructokinase, une enzyme clé de la glycolyse. (Gottlieb-Vedi et al., 1999). L'effet des lactates sur le métabolisme est aujourd'hui remis en question.

De plus, l'augmentation des ions H⁺ crée une forte osmose vers l'intérieur des cellules, provoquant un gonflement musculaire, qui peut s'accompagner de douleurs, et contribuant à l'élévation de l'hématocrite ainsi qu'à l'aggravation de la déshydratation. L'acidose lactique est également connue pour être un facteur de risque de rhabdomyolyse (Wolter, 1987).

➤ Voie de la glycolyse aérobie :

Lorsqu'un exercice se prolonge au-delà des capacités des voies énergétiques rapides, le corps a besoin d'une source d'énergie plus durable : les voies aérobie. Ces voies utilisent l'oxygène comme accepteur final d'électrons et permettent la production d'ATP à partir de sucres et lipides. Elles se déroulent principalement dans les mitochondries, où le cycle de Krebs et la phosphorylation oxydative, également appelée chaîne de transport des électrons, se produisent.

Le cycle de Krebs utilise l'acétyl-CoA comme substrat, métabolite dérivé de la glycolyse ou de la lipolyse (**figure 32**). Chaque molécule d'acétyl-CoA métabolisée dans le cycle produit un ATP, trois NADH, un FADH₂ (flavine adénine dinucléotide) et du dioxyde de carbone, qui est ensuite éliminé via la respiration. Les coenzymes NADH et FADH₂ générées dans ce cycle sont ensuite utilisées dans la chaîne de transport des électrons (**figure 32**) pour produire de l'ATP : chaque NADH génère trois ATP, tandis que chaque FADH₂ en génère deux.

La glycolyse produit ainsi initialement deux pyruvates, deux ATP, et deux NADH. Ces pyruvates sont ensuite convertis en acétyl-CoA, générant deux NADH supplémentaires. À travers le cycle de Krebs, ces deux acétyl-CoA génèrent six NADH, deux ATP, et deux FADH₂ supplémentaires. Finalement, lors de la

phosphorylation oxydative, ces coenzymes produisent 34 molécules d'ATP, conduisant à une production totale de 38 ATP à partir d'une seule molécule de glucose.

Bien que cette voie métabolique soit moins puissante que les voies anaérobies, elle présente l'avantage majeur de ne pas entraîner d'accumulation de lactate, permettant ainsi de soutenir des efforts prolongés. Cette filière est donc essentielle pour les efforts d'endurance. Cependant, elle est limitée par la capacité maximale d'oxygène que le muscle peut recevoir, connue sous le nom de $VO_{2\ max}$. La $VO_{2\ max}$ est le produit de la différence artérioveineuse en oxygène par le débit cardiaque. C'est un indicateur clé de l'endurance aérobie. Lorsque cette capacité est atteinte, l'organisme doit compter sur la voie anaérobie pour maintenir l'effort, atteignant ainsi la puissance maximale aérobie. Chez le cheval, la $VO_{2\ max}$ peut atteindre des niveaux de 150 mL/kg/min, comparés aux 80 mL/kg/min observés chez les marathoniens humains (Evans & Rose, 1988).

➤ Voie de la lipolyse aérobie :

L'utilisation des acides gras devient prédominante lors d'efforts d'endurance, où les réserves en glucides s'épuisent progressivement. Les acides gras, pour être métabolisés, subissent d'abord une activation en acyl-CoA à la surface externe des mitochondries. Une fois activés, ils sont transportés à l'intérieur des mitochondries grâce à la navette carnitine.

L'acyl-CoA subit ensuite une série de réactions dans la mitochondrie, conduisant à l'oxydation complète de la molécule. Cette oxydation génère moitié de molécules d'acétyl-CoA que le nombre n d'atomes de carbone dans l'acide gras d'origine, tandis que les coenzymes NADH et FADH₂ sont produits à raison de $(n/2)-1$ par molécule d'acide gras. Ces coenzymes jouent un rôle essentiel en transportant des électrons à travers la chaîne respiratoire, ce qui conduit à la production d'ATP.

Pour comparer avec le glucose, qui contient six atomes de carbone, l'oxydation complète d'un acide gras à six atomes de carbones peut produire jusqu'à 45 molécules d'ATP, ce qui illustre un rendement énergétique nettement supérieur à celui obtenu par la dégradation du glucose (38 ATP). Ce processus confère un avantage significatif lors des efforts prolongés, en fournissant une source d'énergie efficace et durable.

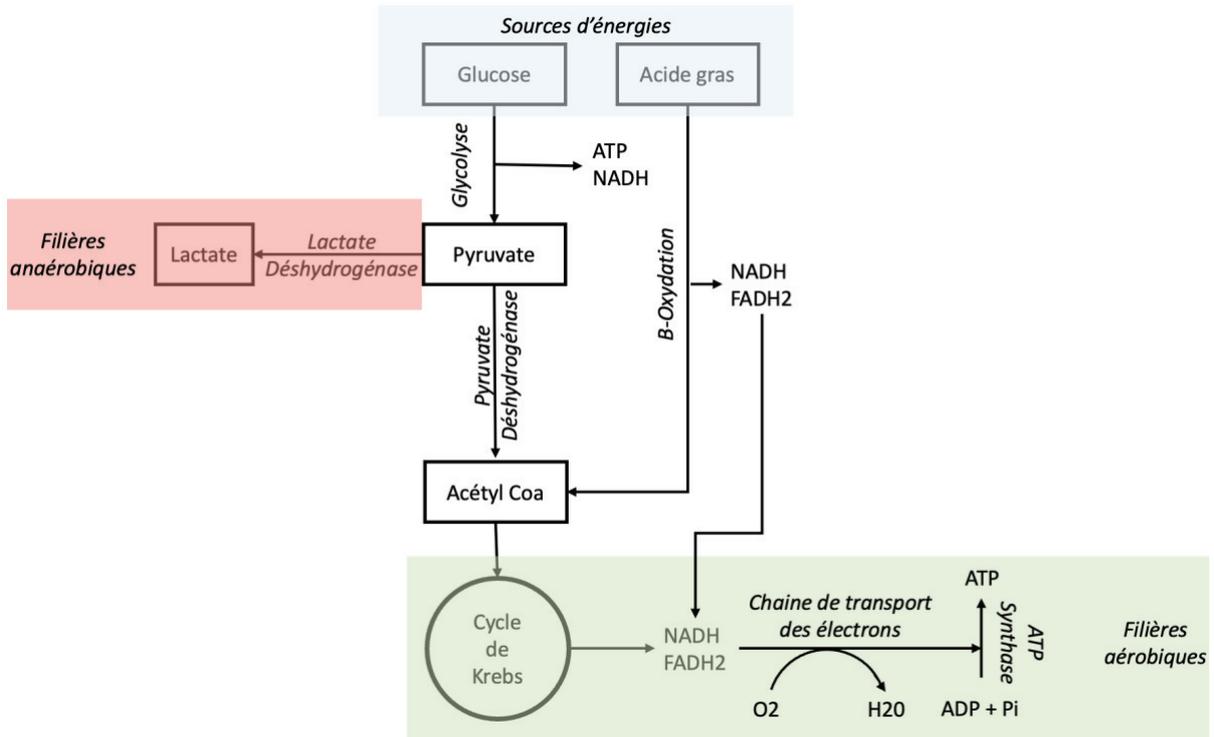


Figure 32 : Schéma bilan de la glycolyse, la β -oxydation des acides gras, le cycle de Krebs et la chaîne de transport des électrons. (figure T.Camptort)

ATP adenosine triphosphate; ADP adénosine diphosphate, FADH. flavine adénine dinucléotide; NADH, nicotinamide adénine dinucléotide; Pi phosphate inorganique.

ii. Synthèse des phosphagènes

La resynthèse de la phosphocréatine est biphasique : la première phase est rapide (20-30 sec) alors que la seconde peut durer jusqu'à 20 min (**figure 33**) (Forbes et al., 2009).

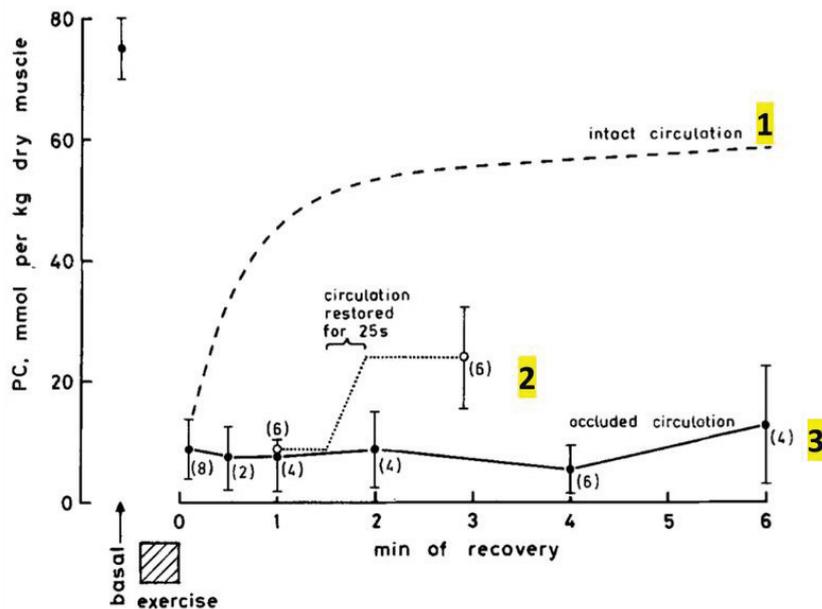


Figure 33 : La resynthèse de phosphocréatine pendant la récupération d'une contraction isométrique soutenue d'après (Harris et al., 1976).

La contraction isométrique est soutenue jusqu'à la fatigue ligne 1 ; avec circulation sanguine occluse 3 ; avec circulation sanguine occluse pendant les 1 min 30 s initiales de récupération, après quoi la circulation a été rétablie pendant 25 s avant d'être de nouveau occluse à 1 min 55 s ligne 2. La synthèse des phosphagènes dépend donc de la quantité d'oxygène que le muscle peut utiliser. Plus le muscle est oxygéné plus la synthèse de phosphagène est rapide.

iii. Métabolisme du lactate

La régénération du NADH et du FADH₂ à partir de leurs formes oxydées, le NAD⁺ et le FAD, peut devenir insuffisante dans certaines conditions. Cela se produit principalement pour deux raisons :

- Soit l'apport en oxygène devient insuffisant pour répondre aux besoins énergétiques accrus,
- Soit le fonctionnement des mitochondries est trop lent pour suivre la demande en énergie.

Lorsque cette régénération est compromise, la dégradation du glucose ne peut plus se poursuivre efficacement par la voie aérobie. Le processus doit alors basculer vers les filières anaérobies, ce qui entraîne la production de lactate. Ce dernier n'est pas simplement un produit final indésirable, mais c'est un véritable acteur clé du métabolisme énergétique.

Lors d'une activité musculaire intense, le lactate est libéré dans la circulation sanguine. Si l'effort se prolonge, le muscle lui-même peut réabsorber ce lactate pour l'utiliser comme source d'énergie (Welch & Stainsby, 1967). Ainsi, le lactate joue un rôle double : il sert de carburant non seulement pour le muscle qui le produit, mais également pour d'autres muscles et tissus du corps, agissant comme un intermédiaire métabolique entre les organes. Des études, notamment celle de Robergs (Robergs et al., 2004), ont montré que la production de lactate par le muscle en exercice est essentielle non seulement pour maintenir la glycolyse en fonctionnement, mais aussi pour retarder l'apparition de l'acidose. En effet, le lactate produit par les fibres musculaires glycolytiques de type II peut être :

- Libéré dans la circulation pour être ensuite utilisé comme substrat énergétique par oxydation dans d'autres muscles (**figure 34**) ;
- Capté par des fibres musculaires oxydatives de type I situées dans le même muscle pour y être oxydé (**figure 34**).

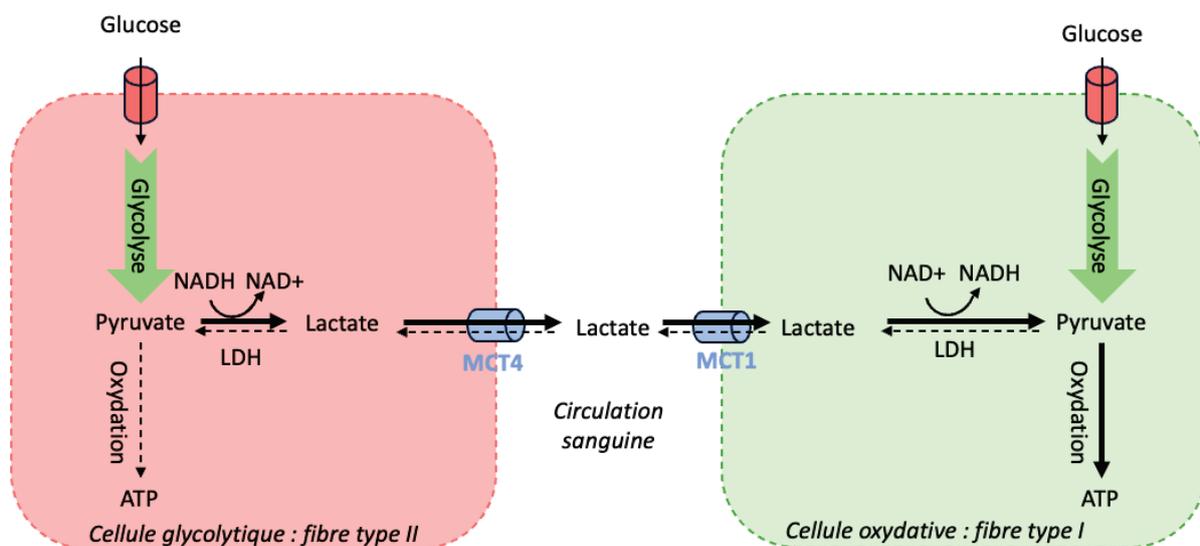


Figure 34 : Métabolisme du lactate, adapté de (Lagarde et al., 2021)

Le transport transmembranaire du lactate se fait par un transporteur des monocarboxylates (MCT) (Roth & Brooks, 1990). Comme ce sont des symports lactate/protons, ces transporteurs jouent un rôle clé dans la régulation du pH. (Thomas et al., 2012). Au niveau du muscle squelettique, on trouve deux principales isoformes MCT1 et MCT4 qui présentent des caractéristiques bien distinctes. L'isoforme MCT1 permet le captage du lactate par le muscle pour y être oxydé, tandis que MCT4 intervient dans la libération du lactate.

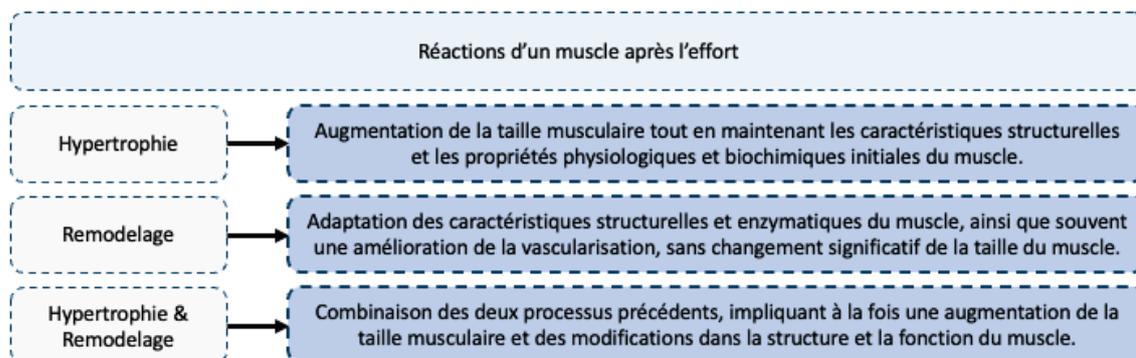
Il existe de nombreuses situations où la quantité de ces transporteurs peut varier, mais le principal facteur de variation est l'activité musculaire (Thomas et al., 2012). Ainsi, l'entraînement en endurance augmente l'expression de ces isoformes au niveau des muscles squelettiques, mais surtout de l'isoforme MCT1 (Thomas et al., 2012). Ces variations d'expression de MCT ont des répercussions sur la vitesse d'élimination du lactate au décours d'un exercice exhaustif (Thomas et al., 2005).

b. L'appareil locomoteur

i. Réponse musculaire à l'effort

Le système locomoteur du cheval est une structure complexe comprenant les muscles, les ligaments, les os, les cartilages et le liquide synovial. Ce système possède une grande capacité d'adaptation face aux diverses contraintes qu'il subit lors des activités physiques.

La manière dont les muscles réagissent à l'entraînement dépend de plusieurs facteurs, notamment le type d'exercice, sa fréquence, son intensité et sa durée. En réponse à ces différents stimuli, on observe généralement trois types de réactions musculaires : hypertrophie, remodelage, hypertrophie et remodelage (**figure 35**).



Figures 35 : Les réactions d'un muscle soumis à un stress (figure T.Camptort)

Les muscles qui sont composés principalement de fibres glycolytiques (type II) montrent une réponse plus significative à l'entraînement par rapport à ceux dominés par des fibres lentes. Cette adaptation est particulièrement évidente chez les jeunes chevaux en période d'entraînement, où les effets sont plus prononcés (Yamano et al., 2002). Ces adaptations musculaires entraînent des modifications physiologiques significatives, affectant la force, la vitesse de contraction et la résistance à la fatigue.

ii. Récupération musculaire

La récupération musculaire consiste à rétablir un état tissulaire permettant la reprise d'effort sans handicap initial. Demarais et son équipe (Demarais & Benchortane, 2013) considère que pour l'athlète

humain, reprendre un effort avant cet état de récupération aboutirait à une accumulation de microlésions et devrait évoluer vers un état pathologique.

Évaluer les effets de l'effort sur les tissus mous sans avoir recours à des méthodes invasives constitue un véritable défi. En recherche, des outils indirects comme les traceurs biologiques sont employés pour analyser les différentes structures :

- Muscles : Les enzymes comme la créatine kinase (CK) et les aldolases sont des indicateurs clés.(Clarkson & Hubal, 2002)
- Cartilages : Les métalloprotéases et les protéoglycanes permettent de mesurer les modifications au niveau cartilagineux (Catterall et al., 2010).
- Os : Des marqueurs tels que l'ostéocalcine et la pyridinoline urinaire fournissent des informations sur la santé osseuse (Allende-Vigo, 2007).

Bien que la CK soit fréquemment utilisée, les autres marqueurs biologiques sont principalement réservés à des protocoles de recherche et peu utilisés en pratique.

En ce qui concerne les techniques d'imagerie, telles que l'échographie, l'échographie Doppler et la thermographie, elles n'apportent généralement pas d'informations significatives sur les changements dus à l'effort, à l'exception de pathologies identifiées. L'imagerie par résonance magnétique (IRM), qui évalue les niveaux de protéoglycanes, de collagène et d'eau, reste principalement utilisée dans un contexte de lésions avérées plutôt que pour un suivi courant de l'entraînement.

Le renforcement des tissus peut être réalisé par divers mécanismes, notamment : (Demarais & Benchortane, 2013)

- La stimulation des cellules blastes,
- La différenciation des cellules souches,
- La réparation et la cicatrisation des microlésions.

L'adaptation des tissus à l'effort est souvent le résultat de la formation de microlésions. Une récupération appropriée permet à ces lésions de se régénérer. Cependant, une accumulation excessive de microlésions peut entraîner une surcharge pathologique (**figure 36**).

Bien que la distinction théorique entre adaptation et surcharge soit concevable, sa détermination pratique reste complexe. Aucun examen ne semble en mesure de définir clairement cette limite. (Demarais & Benchortane, 2013)

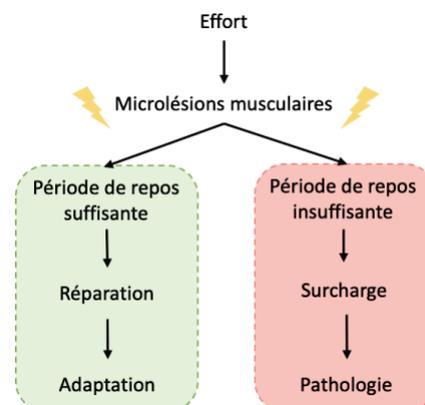


Figure 36 : Évolution d'une souffrance musculaire à l'effort adapté de (Demarais & Benchortane, 2013)

c. La nutrition

La nutrition doit être adaptée en fonction du type d'activité physique pratiquée, car le choix du substrat énergétique (glucides ou lipides) varie selon l'intensité et la durée de l'exercice. Pour couvrir ses dépenses, le cheval utilise essentiellement les acides gras longs, le glucose, l'acétate et quelquefois les acides aminés et les corps cétoniques (Martin-Rosset, 2012). Chez le cheval d'endurance, la concentration en lipides musculaires est nettement plus élevée comparativement aux pur-sang ou aux trotteurs (Martin-Rosset, 2012). Le métabolisme oxydatif des lipides, utilisant principalement les fibres musculaires de type I et IIA lors d'efforts prolongés semble majoritaire lors de l'effort d'endurance (Martin-Rosset 2012)

À l'inverse, les pur-sang et les trotteurs, qui se spécialisent dans des exercices de haute intensité mais de courte durée, présentent une teneur en glycogène musculaire plus élevée. Ces chevaux utilisent principalement le glucose via les voies métaboliques aérobie et anaérobie des fibres II. Les chevaux de sauts d'obstacles mobilisent surtout leurs fibres IIB pour utiliser prioritairement le glucose et le glycogène par voie anaérobie (Martin-Rosset, 2012) et (Essén-Gustavsson, 2008).

Tableau 2 : Composition en fibres, teneur en glycogène et en triglycérides du muscle gluteus chez différentes races d'après (Martin-Rosset, 2012) et (Essén-Gustavsson, 2008).

Races chevaux	Fibres musculaires			Réserves énergétiques	
	Type I (p. 100)	Type IIA (p. 100)	Type IIB (p. 100)	Glycogène* (mmol/kg)	Triglycérides* (mmol/kg)
Pur sang (n = 10)	15 ± 5	56 ± 11	29 ± 10	570 ± 39	15 ± 9
Trotteurs (n = 23)	26 ± 5	54 ± 9	20 ± 9	685 ± 122	30 ± 18
Chevaux endurance (n = 21)	16 ± 7	41 ± 7	43 ± 8	519 ± 86	58 ± 37

* Poids sec.

Plus les fibres se contractent rapidement plus leur capacité à utiliser l'oxygène, ou capacité oxydative, diminue. Ces fibres très rapides de type IIB ont une teneur élevée en glycogène et faible en lipides. Inversement, les fibres de type I se contractent lentement et ont une forte capacité à utiliser l'oxygène. Elles ont une teneur élevée en lipides. Les fibres de type IIA sont intermédiaires (Martin-Rosset, 2012).

i. Les besoins énergétiques du cheval de sport

Selon Martin-Rosset (2012), les besoins du cheval à l'entretien sont de $0,0392 \times PV^{0,75}$ UFC/jour (PV : poids vif ; UFC : Unité Fourragère Cheval). Les besoins liés à l'exercices s'ajoutent aux besoins d'entretien et varient entre +0,2 et +4,5 UFC par heure d'effort.

Il existe des tables de l'INRA permettant d'estimer à peu près les besoins des chevaux au travail en fonction de la discipline et de l'intensité du travail. La figure 37, adaptée de Vermorel (Vermorel et al., 1984) illustre les apports nécessaires en fonction de l'intensité de l'effort, même si ces travaux sont déjà anciens. D'un point de vue pratique, il est conseillé de calculer les besoins d'un cheval sur la semaine et d'établir un plan de rationnement avec peu de variations d'un jour à l'autre (Martin-Rosset 2012). L'apport d'énergie doit toujours prendre en compte la quantité de matière azotée digestible cheval (MADC). Il est recommandé d'apporter entre 65 et 70g de MADC par UFC (cet intervalle peut être augmenté de 50% sans nuire à la santé du cheval, si les fourrages sont riches en MADC) (Martin-Rosset 2012).

Il n'existe, à notre connaissance, pas de publications récentes relatives aux besoins énergétiques du cheval sportif.

Variations de la dépense énergétique		
Situation	Vitesse m/min et (km/h)	Dépenses énergétiques (multiples de l'entretien)
Trot de travail	300 (18)	15
Trop rapide	500 (30)	35
Galop	350 (21)	20
Galop rapide	500 (30)	29
Galop rapide « Canter »	800 (48)	45

Figure 37 : Variations de la dépense énergétique du cheval en fonction de la vitesse d'après Vermorel et al. 1984

ii. Les réserves glucidiques

Au niveau des muscles squelettiques, le glucose est absorbé par les transporteurs GLUT1 et GLUT4. Alors que GLUT1 assure un transport basal du milieu extracellulaire vers le milieu intracellulaire, GLUT4 est sécrété en réponse à l'insuline et à l'exercice (Klip et al., 1996). L'absorption du glucose est notablement accentuée pendant l'exercice, augmentant la quantité de glucose intracellulaire disponible pour la production d'énergie cellulaire (Cartee, 2015). Le glycogène est stocké majoritairement dans le foie et les muscles squelettiques. L'utilisation du glycogène musculaire est augmentée lors d'exercices d'intensité supérieure à 65 % de la $VO_{2\ max}$ max (Romijn et al., 1993). Ce résultat suggère que le glycogène hépatique est utilisé pour des exercices longs et de faible intensité alors que pour des efforts courts et intenses le glycogène musculaire est préféré comme source de substrat. Parallèlement, la glycogénolyse hépatique représente approximativement 55 % de la production totale de glucose dans l'organisme (Petersen et al., 1996). Les réserves de glycogène hépatique se trouvent appauvries après un exercice d'endurance, entraînant une diminution de la production hépatique de glucose et, par conséquent, une réduction de sa disponibilité pour les muscles (Richter & Hargreaves, 2013). La récupération du glycogène musculaire prévaut sur celle du glycogène hépatique post-effort, suggérant une hiérarchie dans le réapprovisionnement des réserves énergétiques (Ivey & Gaesser, 1987).

Chez l'**athlète humain**, l'étude de l'impact de la nutrition sur la récupération a montré que la consommation de boissons glucidiques augmente la réplétion du glycogène musculaire de 73 % et prolonge la durée des exercices d'endurance de 66 % par rapport à une consommation restreinte en glucides (Alghannam et al., 2016). L'administration immédiate d'une grande quantité de glucose après l'exercice stimule la sécrétion d'insuline et améliore la récupération du glycogène musculaire, tandis qu'une consommation fréquente mais modérée de glucose montre une efficacité dans la récupération du glycogène hépatique (Matsunaga et al., 2021). Retarder l'apport de glucides de 2 heures après la fin de l'exercice réduit la vitesse initiale de resynthèse du glycogène de 7,7 à 2,5 mmol/h/g de muscle, soulignant l'importance de la précocité dans la restauration de ces réserves énergétiques (Ivy et al., 1988). On suppose que l'augmentation de la concentration plasmatique d'insuline au début de la phase post-exercice facilite davantage la réplétion en glycogène dans les muscles que dans le foie (Matsunaga et al., 2021). Après les deux premières heures post-exercice, la continuité ou le début de la prise de glucides entraîne une vitesse de resynthèse d'environ 4 $\mu\text{mol/h/g}$, sans distinction significative entre

les deux régimes alimentaires. La consommation de glucose pendant l'effort a augmenté la récupération du glycogène hépatique.

Chez le cheval, après une période de déplétion préalable des réserves en glycogène musculaire par un exercice d'épuisement et un régime pauvre en glucides, suivi d'une période de réplétion par la distribution d'un régime riche en glucides, n'a pas permis de montrer d'effet de surcompensation des réserves glycogéniques comme observé chez **l'athlète humain**. (Martin-Rosset, 2012), dans des conditions expérimentales cependant très différentes.

Nous comprenons qu'il est essentiel de récupérer le glycogène hépatique pour maintenir un apport glucidique musculaire suffisant pendant les efforts d'endurance. La précocité de l'ingestion de glucides semble essentielle à une resynthèse rapide du glycogène chez l'Homme mais des études complémentaires semblent nécessaires chez le cheval. La dépense énergétique pendant la période de récupération empêche la formation de glycogène (Matsunaga et al., 2018).

iii. Les réserves lipidiques

Les lipides constituent le carburant essentiel du cheval à l'effort. Les acides gras sont principalement stockés sous forme de triglycérides dans le tissu adipeux, ainsi que dans le tissu musculaire. Pendant l'effort, ces réserves lipidiques sont mobilisées et oxydées à un rythme relativement lent par rapport aux glucides stockés sous forme de glycogène musculaire. Les acides gras provenant du tissu adipeux sont libérés dans le sang et transportés par l'albumine vers les muscles pour y être oxydés (Myćka et al., 2024).

La mobilisation des acides gras libres dans le sang diminue avec l'augmentation de l'intensité de l'exercice (Romijn et al., 1993). Cependant, l'oxydation totale des lipides augmente avec l'intensification de l'exercice, principalement en raison de l'oxydation des triglycérides intramusculaires, qui représente environ la moitié des lipides oxydés (Kiens et al., 1993).

L'entraînement d'endurance entraîne une augmentation caractéristique de l'oxydation des graisses lors d'un exercice d'intensité modérée, en accélérant l'oxydation des triglycérides intramusculaires (Kiens et al., 1993).

L'utilisation des lipides et des glucides ne suit pas un principe de « tout ou rien ». Les glucides sont constamment utilisés en quantités variables tout au long de l'effort, en fonction de la durée et de l'intensité, car ils sont essentiels pour le catabolisme des lipides afin de produire de l'ATP (Luck et al., 2015).

iv. Les réserves en acides aminés

Les acides aminés s'assemblent en protéines mais contrairement aux glucides et lipides, les protéines ne sont pas mises en réserves par l'organisme. Chez l'Homme, les besoins en protéines sont en moyenne, 1.2 à 2g/kg/j (0.8g /kg /j pour le sédentaire). Lors de l'exercice physique, les acides aminés issus des protéines musculaires sont utilisés, provoquant ainsi un dommage musculaire. L'utilisation des protéines comme source d'énergie est d'autant plus importante que les stocks de glycogène sont insuffisants. L'intensité de l'effort est également corrélée à une augmentation de la consommation de protéines. Nous comprenons alors que le muscle pourrait être préservé en limitant la protéolyse par des apports glycogéniques suffisants. Chez **l'athlète humain** il a été montré que consommer immédiatement après l'entraînement un mélange de glucides et protéines permet de favoriser le stockage de glycogène. De même consommer un mélange de glucides et protéines stimule la protéosynthèse.

- Koopman et al en 2004, montrent que la consommation immédiate après l'entraînement de glucides et de protéines permet de favoriser le stockage de glycogène (Koopman et al., 2005)
- Koopman et al en 2005, montrent que le mélange protéines, leucines et glucides stimule la protéosynthèse (Koopman et al., 2005).

Le cheval n'est pas capable de synthétiser, ou à une vitesse insuffisante, les neuf acides aminés indispensables (AAI) : leucine, isoleucine, valine, méthionine, phénylalanine, thréonine, lysine, tryptophane et histidine (la tyrosine et la cystine étant considérées comme semi-indispensables). La couverture en AAI est principalement assurée par la digestion des protéines alimentaires dans l'intestin grêle. Par conséquent, la qualité des protéines alimentaires est cruciale pour le cheval. Les céréales contiennent moins d'AAI que les fourrages. Le cheval au repos n'est pas particulièrement sensible à la qualité des protéines alimentaires. À ce jour, seul le besoin en lysine a été précisément déterminé chez le cheval. Il est estimé à 0,054 g/kg de poids vif (PV). Ainsi, pour un cheval de 500 kg, le besoin en lysine serait de $0,054 \times 500 \text{ kg} = 27 \text{ g}$ par jour. Parallèlement, le besoin azoté est de 296 g de matières azotées digestibles dans le côlon (MADC) par jour. Par conséquent, le besoin en lysine représente 27/296, soit 9,1 % du besoin azoté total (NRC).

v. Les électrolytes :

L'évaporation de la sueur est la voie principale d'élimination de la chaleur produite par l'exercice. Le cheval peut produire 2 à 15 L de sueur iso à hypertonique par heure d'effort (Frape, 2010) en fonction de l'intensité et des conditions climatiques. La sueur est composée de minéraux (Cl, Na, K, Ca, Mg) en concentration différente par rapport au plasma (**figure 38**). Les pertes en minéraux sont obligatoires au cours de l'effort et ne peuvent être prévenues car il n'existe pas de réserves corporelles. Ces pertes conditionnent – en partie – la performance car elles sont responsables de l'apparition de fatigue. Elles doivent être impérativement compensées pendant ou après l'effort car ces ions sont impliqués dans de nombreux mécanismes (osmose, équilibre acido-basique, équilibre électrolytique, transmission neuromusculaire).

Concentrations en électrolytes (g/L)			
Électrolytes	Plasma*	Sueur*	Sueur et fatigue**
Cl	3,5	5,9-6,2	8,2
Na	3,2	3,0-3,7	4,0
K	0,16	1,2-2	1,9
Ca	0,12	0,08-0,24	NR
Mg	0,024	0,024-0,2	NR

Figures 38 : Concentration en électrolytes du plasma, de la sueur avec et sans fatigue *d'après Frappe (Frape, 2010) ; ** d'après Lewis (Lewis, 1996)

NR = Non renseigné.

Concernant la supplémentation en période de compétition, la littérature chez le cheval est beaucoup plus pauvre que chez l'athlète humain chez qui la sueur a une composition hypo à isotonique. La supplémentation en électrolytes pendant les périodes de repos au cours d'une compétition d'endurance est envisageable à condition de contrôler l'apport en eau. Martin-Rosset (Martin-Rosset,

2012) recommande l'apport de 0,14g de NaCl et 0,04 g de KCl par kg de poids vif en évitant l'apport en K lors des phases à vitesse élevée. La comparaison des principaux produits de complémentation en électrolytes disponibles sur le marché sont présentés **en annexe 6**. En compétition, la supplémentation n'est pas effectuée de façon systématique par les équipes d'assistance.

d. Les thérapeutiques complémentaires

i. Les temps de repos

Le sommeil joue un rôle important dans certains aspects de la récupération des athlètes (Fullagar et al., 2015). La privation de sommeil entraîne une altération des fonctions cognitives, en particulier de l'humeur, ce qui peut conduire à une diminution de la performance globale. Les mauvais états d'humeur ont été associés à un excès d'efforts et à un surentraînement (Jürimäe et al., 2004). De plus, la fatigue psychologique semblerait créer un état neurocognitif préjudiciable au maintien d'un haut niveau de motivation (par exemple pour courir un marathon) (Fullagar et al., 2015).

Compte tenu de l'importance du sommeil dans la récupération et son impact sur la performance, un consensus d'experts s'est réuni en 2020 et a publié cinq recommandations (**figure 39**) destinées aux médecins du sport pour guider les athlètes humains dans la gestion de leur repos (Walsh et al., 2020).

- Durée de sommeil nocturne : Il est recommandé que les adultes en bonne santé visent une période de sommeil nocturne de 7 à 9 heures. Les athlètes peuvent nécessiter une durée de sommeil plus longue pour répondre aux exigences physiques spécifiques à leur discipline. La durée du sommeil doit être ajustée en fonction de la charge d'entraînement et de l'âge de l'athlète.
- Sommeil diurne (siestes) : Dans les situations où il n'est pas possible de modifier les horaires de sommeil nocturne, les siestes peuvent servir à compenser une insuffisance de sommeil pendant la nuit.
- Hygiène du sommeil : Adopter des pratiques qui favorisent à la fois la qualité du sommeil et l'éveil diurne. Cela implique d'éviter les stimulants comme la caféine, l'alcool, et les repas lourds avant le coucher, de s'exposer adéquatement à la lumière naturelle le matin, de ne pas rester éveillé au lit pendant de longues périodes, et de créer un environnement de sommeil favorable (frais, sombre et calme).
- Alignement du sommeil et de l'entraînement avec le chronotype : Les adolescents sont souvent des chronotypes du soir, en raison d'une libération tardive de mélatonine. Les athlètes ont tendance à être des chronotypes du matin, mais ceux qui sont des chronotypes du soir rencontrent souvent des difficultés à dormir. Pour optimiser le sommeil et la récupération, il est conseillé d'éviter les séances d'entraînement très tôt le matin ou tard le soir.
- Utilisation des moniteurs de sommeil : Il est essentiel de considérer l'impact des dispositifs de suivi du sommeil sur les athlètes. Certains athlètes peuvent devenir trop concentrés sur les données fournies par ces dispositifs, ce qui peut accroître l'anxiété liée au sommeil et affecter négativement la qualité du sommeil.

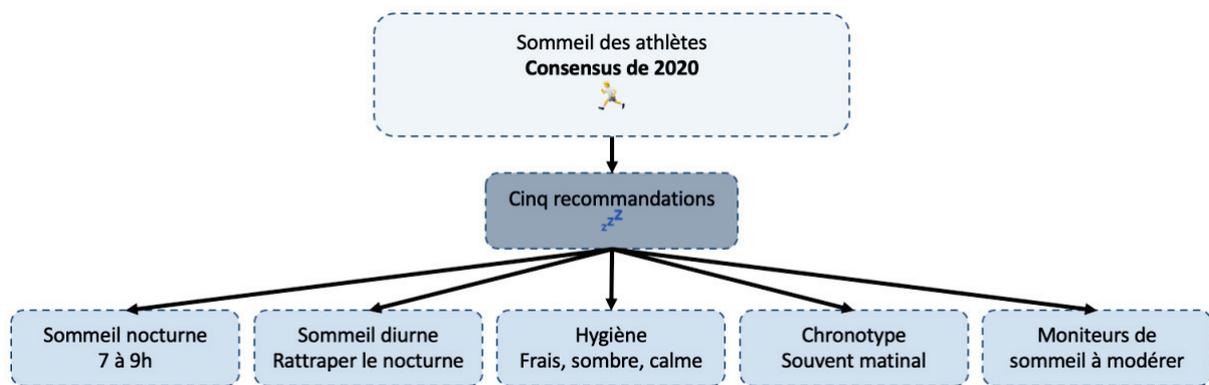


Figure 39 : Les 5 recommandations sur le sommeil des athlètes humains du consensus de 2021 d’après (Walsh et al., 2020).

À ce jour, aucun consensus spécifique concernant les recommandations de sommeil pour le cheval athlète n'existe. Cependant, les similitudes entre le sommeil du cheval et celui de l'Homme nous permettent d'appliquer certaines recommandations humaines aux chevaux. La quantité de sommeil doit être adaptée à la charge d'entraînement du cheval athlète. Il est essentiel que le cheval puisse bénéficier de suffisamment de moments propices de repos. Ainsi, il devrait disposer de multiples périodes sans stress, avec une litière confortable permettant un repos à la fois debout et couché. Contrairement aux humains, les chevaux dorment bien pendant la journée. Cependant, il est important de noter que toute activité à proximité de leur box, peut nuire à la qualité de leur sommeil.

ii. Les massages

Les stratégies thérapeutiques sont variées et ont pour objectif d’améliorer les échanges locaux, favoriser le drainage, réduire la stase incluant l'œdème et la congestion. Parmi ces techniques, la pressothérapie et les contentions prolongées peuvent être bénéfiques. L'électrostimulation veineuse et lymphatique représente également une piste prometteuse dans cette optique. Des études montrent que les techniques de massages induisent une réduction de la fréquence cardiaque, une augmentation des signes de relaxation, une diminution de la pression artérielle chez l’athlète humain (Gasibat & Suwehli, 2017) et l’animal (tout espèce) (Lima et al., 2020). Notons qu’aucune étude n’a, à notre connaissance, prouvé l’effet des massages sur la perfusion musculaire, souvent expliquée comme modèles explicatifs des effets positifs.

iii. Les étirements

Il n’existe pas, à notre connaissance d’études montrant que l’étirement, pourtant beaucoup pratiqué, est bénéfique à la performance. L’étirement entraîne un allongement des tissus mous et des muscles (D. C. Taylor et al., 1997). L'augmentation de la longueur musculaire résultant de l'étirement dépend du temps et de la composition musculaire. (D. C. Taylor et al., 1997) Il a été rapporté que les répétitions d’étirements augmente la longueur des muscles (de Weijer et al., 2003). Cette augmentation de la longueur musculaire se maintenait pendant au moins 24 heures, les augmentations les plus importantes étant maintenues au cours des 15 premières minutes immédiatement après le protocole d'étirement (de Weijer et al., 2003). Il a été rapporté que l'allongement le plus efficace du tissu conjonctif se produit lorsqu'une force plus faible et de plus longue durée est appliquée à un tissu présentant une température élevée (Kreighbaum & Barthels, 1996). Des étirements excessifs pourraient nuire à la performance athlétique. (Church et al., 2001). Ces données concernent les étirements chez l’athlète humain, peu de véritables études sont disponibles chez le cheval.

iv. La thermothérapie

Chez le cheval, l'application de chaud ou thermothérapie est généralement utilisée lors d'affections chroniques pour favoriser l'extensibilité des tissus mous, diminuer les spasmes musculaires et augmenter le flux sanguin local (McIlwraith et al., 2015). Chez le sportif humain, l'application topique de chaleur induit une relaxation musculaire et réduit donc les spasmes musculaires et les douleurs (Michlovitz et al. 1986). Il est associé à l'augmentation du flux sanguin local, mobilise les métabolites tissulaires et augmente l'oxygénation des tissus ainsi que le taux métabolique des cellules et des systèmes enzymatiques. Cliniquement, les effets physiologiques les plus profonds de la chaleur se produisent lorsque la température des tissus atteint 40 à 45 °C (Michlovitz & Davis, 1986). Des températures tissulaires supérieures à 45 °C peuvent entraîner des douleurs et des lésions tissulaires. La chaleur diminue la viscosité des tissus et augmente leur élasticité, facilitant ainsi les exercices d'étirement. Un étirement prolongé et à faible charge des tissus chauffés entre 40 et 45 °C entraîne une extensibilité accrue des tendons, des capsules articulaires et des muscles (Michlovitz & Davis, 1986).

Il est préférable d'appliquer la chaleur une fois que l'inflammation aiguë s'est atténuée. Les mécanismes d'action sont liés à la profondeur de pénétration et au mode de chauffage utilisé. Les sources de chaleur superficielles pénètrent généralement dans la peau et les tissus sous-cutanés jusqu'à une profondeur de 1 à 2 cm. Chez les chevaux, il s'agit notamment de compresses chaudes topiques et de chaleur circulante qui sont appliquées plus fréquemment.

Les modalités thermiques profondes (par exemple les ultrasons) peuvent augmenter rapidement la température des tissus de 4 °C à une profondeur de 3 à 5 cm. Pour les tissus plus profonds, tels que les muscles, 15 à 30 minutes sont nécessaires pour élever la température des tissus jusqu'à la plage thérapeutique. Bien que l'efficacité clinique du chauffage superficiel n'ait pas encore été démontrée, il est souvent utilisé avant l'exercice dans les contextes d'entraînement et de rééducation, sous forme de lampes chauffantes montées ou de solarium.

v. La cryothérapie

La cryothérapie consiste à l'application de froid soit localement soit « corps entier ». En médecine humaine c'est une technique prépondérante actuellement en physiothérapie et rééducation fonctionnelle. La cryothérapie fait partie de la gestion des traumatismes par les médecins qui utilisent les protocoles PRICE (Protection, Rest, Ice, Compression, Elevation) ou POLICE (Protection, Optimal Loading, Ice, Compression, and Elevation) (Bleakley et al., 2012). Bryce Kunkle décrit les effets de la cryothérapies (Kunkle et al., 2021) (**figure 40**) :

- Diminution de l'inflammation : une étude a montré que la quantité de prostaglandine E2 (molécule pro-inflammatoire) était inversement corrélée à la température (Stålman et al., 2011)
- Diminution de la vitesse de conduction nerveuse : la vitesse de conduction nerveuse est diminuée et le seuil de douleur sont augmentés par le froid dans une étude d'Algafly (Algafly & George, 2007)
- Vasoconstriction : le froid augmente la translocation des récepteurs α 1-adrénergique responsable de la vasoconstriction (Bailey et al., 2004)

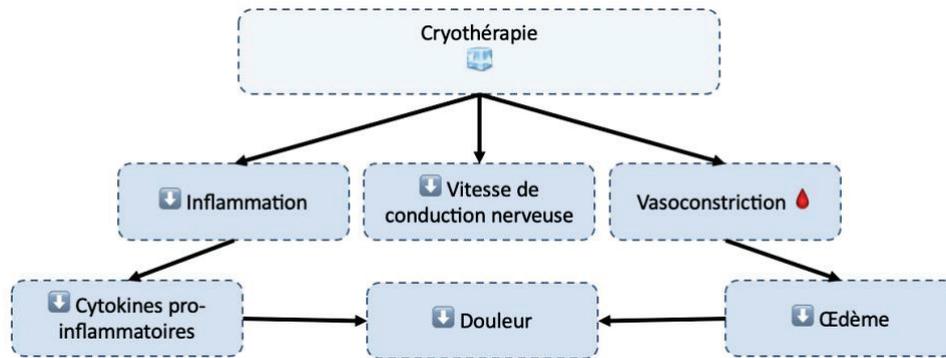


Figure 40 : Effets de la cryothérapie d'après Kunkle (Kunkle et al., 2021)

vi. Le laser

LASER est l'acronyme de Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation (amplification de lumière par émission simultanée de radiation) (Arndt et al., 1981). La lumière LASER possède 3 caractéristiques (Ryan & Smith, 2007) :

- Monochromatique : la lumière envoyée est composée d'une seule longueur d'onde
- Cohérente : les faisceaux émis ont une amplitude, phase et une direction identique
- Directive : les photons émis suivent une trajectoire quasi parallèle
-

Chez le cheval, dans le domaine médical, on distingue la LLLT (Low Level Laser Therapy) pour des Laser avec une puissance entre 5 et 500mW de la HLLT (High Level Laser Therapy) pour des Laser avec une puissance supérieur à 500mW (Touzot-Jourde et al., 2016).

Des longueurs d'ondes remarquables ont été identifiées : (Touzot-Jourde et al., 2016)

- 650nm : Longueur d'onde d'absorption maximum de la mélanine, on choisira donc de préférence cette longueur d'onde pour le traitement d'affection de la peau.
- 810nm : Longueur d'onde d'absorption maximum de la cytochrome C oxydase, enzyme mitochondriale qui augmente la production d'ATP. On choisira cette longueur d'onde dans l'objectif d'augmenter localement la production d'ATP.
- 980nm : Longueur d'onde d'absorption maximal de l'eau. Cette longueur d'onde permet d'augmenter la microcirculation localement.

Le laser possède des propriétés anti-inflammatoires, vasodilatatrices, cicatricielles et analgésiques (**figure 41**) décrites chez le cheval

- Propriétés anti-inflammatoires (Touzot-Jourde et al., 2016) :

Les actions anti-inflammatoires sont liées à la diminution de production de cytokines pro-inflammatoire : IL1, IL6, TNF α , TGF β . On observe également une diminution de la cyclooxygénase COX-2 et de la bradykinine.

- Propriétés vasodilatatrices (Touzot-Jourde et al., 2016) :

Les propriétés vasodilatatrices sont liées à l'augmentation du monoxyde d'azote NO. Une vasodilatation des vaisseaux lymphatique est également rapportée.

- Propriétés cicatricielles (de Jesus et al., 2014) :

L'utilisation de LASER permet d'augmenter la production de facteurs de croissance, de collagène (type I) et améliore l'alignement des fibres de collagène.

- Propriétés analgésiques (Touzot-Jourde et al., 2016) :

Le LASER augmente le seuil de dépolarisation des fibres nerveuses périphériques et diminue la vitesse de conduction du message nociceptif.

Le LASER est couramment utilisé en médecine humaine pour les mêmes indications (Leal Junior et al., 2010) et (Luo et al., 2022). Une étude réalisée chez l'Homme en double aveugle avec le LLLT sur un syndrome myofascial douloureux (SMD) a montré une efficacité pour la réduction de la douleur et une augmentation des capacités fonctionnelles (Gur et al., 2004).

Une autre étude a montré un effet analgésique anti-œdémateux et une réduction de la boiterie chez des chevaux présentant une lésion tendineuse (Zielińska et al., 2020).

Notons l'importance de tondre et laver la zone où le LASER est appliqué pour obtenir une bonne pénétration (Ryan & Smith, 2007).

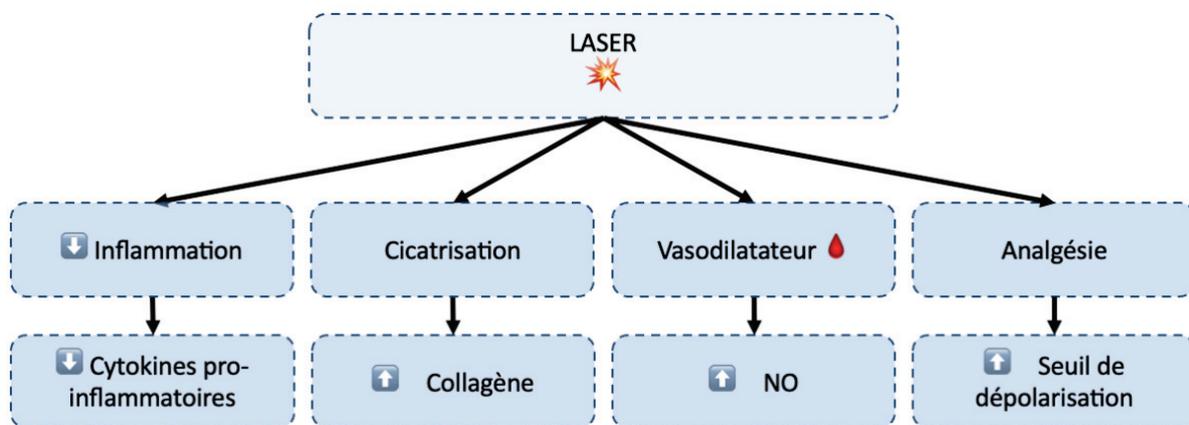


Figure 41 : Effets du LASER chez le cheval adapté de (Touzot-Jourde et al., 2016) et (de Jesus et al., 2014).

vii. La balnéothérapie

La balnéothérapie ou thérapie aquatique, comprend les tapis roulants immergés et la nage. Chez l'athlète humain sa pratique est associée à une augmentation de la force musculaire, de l'endurance cardiovasculaire, de l'amplitude des mouvements et d'une diminution de l'œdème des membres. Le principe est de diminuer les contraintes sur les membres (Kamioka et al., 2010).

Chez l'athlète humain, la marche dans l'eau profonde (niveau du processus xyphoïde) peut être utilisée pour améliorer la mobilisation et le contrôle neuromoteur et corriger la démarche (Nyland & Kaya, 2019). Par rapport à l'exercice sur terre, la marche dans l'eau atténue les forces exercées sur les membres.

Chez les chevaux, l'eau au niveau du tuber coxae produit une réduction de 75 % du poids corporel, tandis que l'eau à hauteur du coude réduit la charge portante de 10 à 15 % (McClintock et al., 1987). De plus, la profondeur d'eau favorise l'amélioration de l'amplitude des mouvements articulaires et augmente le recrutement musculaire. L'augmentation des contractions musculaires à elle seule peut donc fournir un stimulus ostéogénique et une augmentation de la densité minérale osseuse (Rueff-Barroso et al., 2008).

CE QU'IL FAUT RETENIR :

La compréhension du métabolisme à l'effort est essentielle pour évaluer correctement la récupération des chevaux de sport et pour mettre en place des stratégies efficaces visant à optimiser cette récupération. Les 4 voies métaboliques utilisent des substrats différents et leur niveau d'activation est dépendant de l'effort. La connaissance des substrats énergétiques permet d'adapter la nutrition lors des phases de récupération. Le système musculaire soumis à des microlésions lors de l'entraînement à lui aussi besoin d'une phase de récupération. **La figure 42** résume les principales stratégies de récupération utilisable chez les sportifs.

Cette partie nous a permis d'étudier les principaux facteurs de récupération. La fluidothérapie n'étant pas décrite dans la bibliographie comme technique de récupération nous poursuivons notre étude en nous intéressant aux indications de la fluidothérapie en compétition.

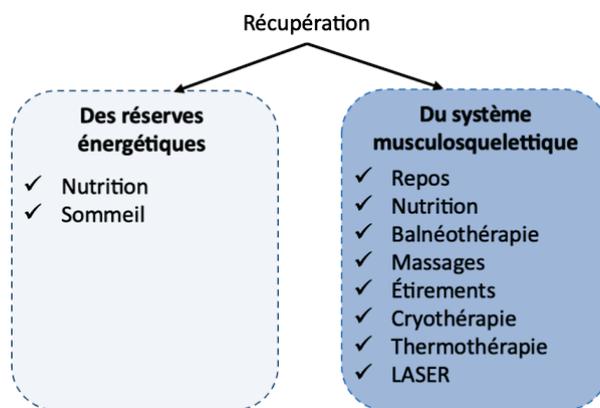


Figure 42 : Principales stratégies de récupération des réserves énergétiques et du système musculosquelettique. (figure T.Camptort)

3. Indications de la fluidothérapie en compétition

a. Rappel du cadre réglementaire

Pour l'athlète humain, l'administration de fluide intraveineux est autorisée, sans demande d'AUT tant que le volume total injecté ne dépasse pas 100 mL par période de 12 heures. Une exception est accordée pour les traitements en milieu hospitalier ou lors d'exams cliniques (WADA, 2025).

Pour l'athlète équin, l'administration de fluide intraveineux est autorisée en dehors des périodes de compétition et autorisée après acceptation par un VD ou VC juste avant ou pendant une compétition. Dans ce cas le volume minimum à administrer est de 10 L. L'administration de fluide est interdite dans tous les cas 12h avant le départ d'un cross sur un CCE et 8h avant la première inspection vétérinaire en endurance (FEI 2025). Bien que la fluidothérapie soit couramment utilisée en médecine d'urgence en compétition, il est important de garder à l'esprit qu'il existe des contre-indications. Tout praticien soucieux d'appliquer le principe de "primum non nocere", c'est-à-dire "d'abord ne pas nuire", doit se poser la question de savoir si le traitement par fluidothérapie est approprié dans le cas présenté ou s'il pourrait être préjudiciable. Dans cette optique, nous allons examiner les principales affections donnant lieu à une fluidothérapie en médecine humaine et vétérinaire, afin de mieux comprendre les indications et les limites de cette thérapie.

b. Chez l'athlète humain

L'institut du sport Australien a publié en 2019 avec la collaboration de la WADA les recommandations de l'utilisation de fluides IV en médecine sportive. Il existe plusieurs indications en médecine humaine (Pomroy et al., 2020a) et (Basset et al., 2013) :

- Déshydratation sévère
- Rhabdomyolyse
- Coups de chaleurs à l'effort
- Hypovolémie par suite d'un traumatisme
- L'administration de médicaments

Les principaux effets secondaires de l'administration de fluides IV sont présentés sur la **figure 43**.

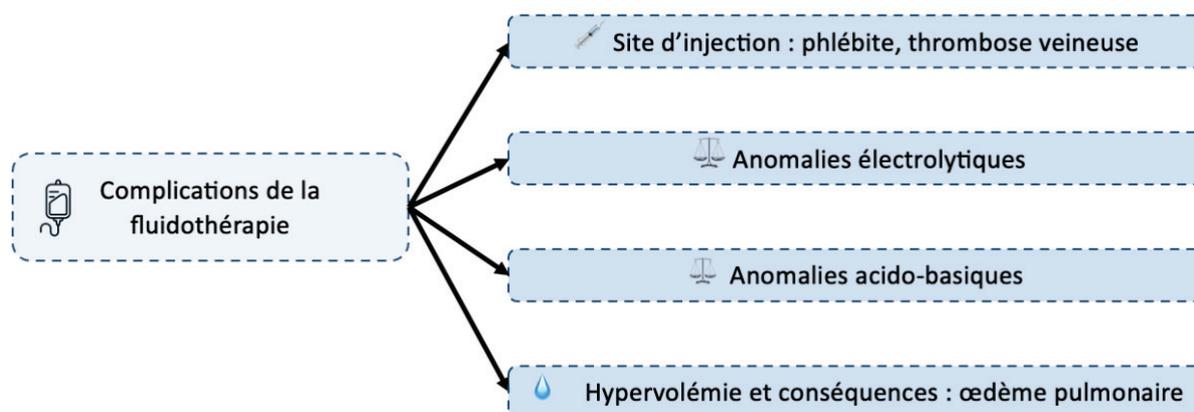


Figure 43 : Principaux effets indésirables de la fluidothérapie d'après (Pomroy et al., 2020b) et (Basset et al., 2013)

Les recherches bibliographiques n'ont pas permis de mettre en évidence un lien entre la perfusion IV avant la compétition et l'amélioration de la performance, la prévention de la déshydratation ou de crampes musculaires. **Les études en médecine humaine ne soutiennent pas l'utilisation de fluides IV pour la réhydratation lorsque l'athlète peut recourir à la réhydratation orale** (Kenefick et al., 2006).

- Le traitement de la déshydratation sévère :

Il a été montré que le traitement des déshydratations légères (3-5%) et modérées (6-9%) est plus efficace par réhydratation orale que par perfusion IV (Maresh et al., 2001). Pour autant, les sportifs avec une déshydratation sévère (>10%) présentant des facultés mentales altérées ou des atteintes hémodynamiques nécessitant une réhydratation IV (Noakes, 1998). Avant de mettre en place un plan de fluidothérapie le praticien devra s'assurer que les troubles hémodynamiques ou neurologiques observés sont bien la conséquence de la déshydratation. Il devra en particulier faire le diagnostic différentiel avec l'hypoglycémie qu'il traitera avec un fluide complété en glucose ou lors d'hyponatrémie d'effort qu'il traitera par une fluidothérapie hypertonique (NaCl) ou réhydratation orale hypersaline. Le traitement de la déshydratation sévère comprend des bolus de 10-20mL/kg d'une solution saline isotonique (Hew-Butler et al., 2015) jusqu'à résorption des troubles hémodynamiques.

➤ La rhabdomyolyse :

La rhabdomyolyse est la composition de trois mots grecs « rhabdo » qui signifie strié, « myo » le muscle et « lyse » la destruction. La rhabdomyolyse est donc la destruction des muscles striés. Lors d'effort d'endurance, les muscles peuvent présenter des lésions importantes. Pour exemple sur l'UTMB® (Ultra Trail du Mont Blanc) en 2009, 11 coureurs ont présentés des valeurs de CK à plus de 15 000 UI/L dont un athlète à plus de 50 000 UI/L (Gergelé et al., 2010). Le traitement consiste à réhydrater le plus rapidement possible l'athlète pour perfuser les reins et dans certains cas sévères une dialyse est nécessaire en raison de l'insuffisance rénale aigüe associée causée par la myoglobulinurie si l'hypoperfusion rénale a duré trop longtemps (Basset et al., 2013)

➤ La prise en charge des coups de chaleurs à l'effort :

L'apparition de troubles nerveux associés à une hyperthermie supérieure à 40°C doit amener le praticien à considérer l'hypothèse d'un coup de chaleur à l'effort (Murrell et al., 2007). Il peut être accompagné de tachycardie, hypotension, hyperventilation, crampes, nausée et vomissements. Il s'agit d'une urgence qui nécessite un traitement en milieu hospitalier, cependant les recommandations consistent à refroidir avant le transport « cool first and transport second ». Le transport ne peut être envisagé que lorsque la température est inférieure à 39°C. (Casa et al., 2015) Le refroidissement externe peut rediriger le sang vers la système central (vasoconstriction périphérique par le froid), la fluidothérapie IV agressive n'est donc pas recommandée. Une fluidothérapie IV raisonnable est indiquée pour combler les pertes par transpiration et aider au refroidissement (Lipman et al., 2019). L'administration de fluide réfrigéré est absolument contre-indiquée car il provoque une augmentation de la fréquence cardiaque (Moore et al., 2008). Une rhabdomyolyse peut compléter le tableau clinique et devra être traitée par une fluidothérapie IV importante sous surveillance des paramètres hémodynamiques (d'où la nécessité du traitement en milieu hospitalier) (Tietze & Borchers, 2014).

➤ Le traitement de l'hypovolémie suite à un traumatisme :

Un traumatisme chez un athlète entraînant une hypovolémie hémorragique peut nécessiter des fluides intraveineux pour un soutien hémodynamique. Cela peut être le résultat de saignements internes ou externes. La mesure de la pression artérielle, de la fréquence cardiaque, de la fréquence respiratoire, de la couleur des muqueuses et du niveau de conscience doit être effectuée (Heckbert et al., 1998). Une fois que l'hémorragie est identifiée ou suspectée dans l'évaluation, des interventions rapides pour arrêter le saignement avec une pression et/ou un garrot doivent être effectuées (Roppolo et al., 2010). Les fractures doivent faire l'objet d'un traitement approprié avant transfert qui ne sera pas détaillé ici. Les données expérimentales soutiennent fortement la limitation de la réanimation liquide en cas d'hémorragie post-traumatique non contrôlée (si l'hémorragie n'est pas contrôlée, cela entraîne une augmentation des pertes sanguines par augmentation de pression et une dilution des facteurs de coagulation) (*Revue, NICE 2016*). Les indications pour les fluides intraveineux comprennent le soutien hémodynamique une fois que le contrôle des saignements est obtenu, lors de perte du pouls radial (correspondant à une pression artérielle systolique <90 mmHg), ou de perte du pouls central (corrélé à un saignement intrathoracique) (*Revue, NICE 2004*).

Le traitement consiste en bolus de 250mL de cristalloïde jusqu'à stabilisation des fonctions hémodynamiques avec un transfert urgent en centre de traumatologie (*Revue, NICE 2004*).

En cas de traumatismes crâniens, la fluidothérapie doit-être plus agressive car les patients sont plus sensibles à l'hypotension (Revue, NICE 2004).

➤ L'administration de médicaments :

Des médicaments ou compléments (comme le fer) ne peuvent être administrés qu'uniquement solubilisés dans un fluide IV. Dans ce cas une AUT doit être obtenue si la perfusion dépasse les 100mL ou si le médicament figure sur la liste des substances interdites.

c. Chez l'athlète équin

En compétition équestre, contrairement à la médecine humaine, il n'y a pas encore de consensus écrit sur les indications précises de la fluidothérapie. Les indications présentées dans cette partie sont basées sur les connaissances actuelles de la littérature scientifique (Roberta M. Dwyer & Thompson, 1985) (Christmann & MC, 2011) et (Pauline Rollin et al., 2020).

- Déshydratation sévère
- Rhabdomyolyse d'effort
- Coup de chaleur
- Syndrome d'épuisement
- Flutter diaphragmatique
- Arythmie cardiaque
- Chocs et pertes sanguines

La production d'énergie mécanique au cours de l'effort entraîne une production importante de chaleur que le cheval doit éliminer. L'essentiel de la thermorégulation se fait par évaporation de la sueur et d'eau au niveau de l'appareil respiratoire. La sueur du cheval étant hypertonique, lors de déshydratation sévère il devient : hypochorémique, hypokaliémique, hypocalcémique et hypomagnésique (Robert et al. 2009). Le praticien ne dispose pas nécessairement de moyens (analyseur biochimique, ionogrammes) lors des compétitions pour évaluer numériquement les pertes. Il doit alors utiliser son sens clinique en effectuant un examen clinique rigoureux pour évaluer les chevaux en souffrance et établir un traitement adapté.

A travers les lignes suivantes, nous pouvons constater que la prise en charge des affections est très similaire à celle de l'athlète humain.

- Traitement de la déshydratation sévère : (Dwyer et al. 1985) (H. C. Schott & Hinchcliff, 1998) et (Fielding et al., 2009)

La réhydratation du cheval de sport constitue la base du traitement des troubles métaboliques observés en compétition. La première étape pour établir un plan de fluidothérapie est d'évaluer le pourcentage de déshydratation. Une déshydratation modérée (inférieure ou égal à 5%) permet de recourir à une fluidothérapie PO (per os) alors que les déshydratations supérieures à 5% nécessitent une fluidothérapie IV du fait de l'hypoperfusion intestinale (Dwyer et al. 1985)

Pour traiter la déshydratation sévère, un plan de fluidothérapie IV doit être établi et les grandes lignes en sont rappelées :

- Estimer le déficit :
 - On note « D » le déficit en litres ; %DSH le pourcentage de déshydratation et PV le poids vif en kilogramme. $D = \%DSH \times PV$

- Choisir le soluté :
 - En fonction de l'effort : sur un effort long le risque d'alcalose est important, on préférera un soluté non alcalinisant tel que le Ringer.
 - En fonction des désordres électrolytiques : on complétera en conséquence.
- Choisir un débit :
 - De façon à corriger la moitié du déficit en deux heures, ainsi le débit pourra atteindre jusqu'à 40mL/kg/h
- Complémenter :
 - Pour corriger les déficits électrolytiques :
 - Maximum 20mEq/L de K⁺ (Dwyer et al. 1985)
 - IV lente diluée dans 5L de Ringer Lactate pour le Mg²⁺ et Ca²⁺
 - Pour corriger les déficits énergétiques :
 - Maximum 100g/h (soit 2L/h pour une solution de glucose à 5%).

Un examen clinique devra être réalisé toutes les 30 minutes pendant la perfusion en accordant une importance particulière à la fréquence cardiaque, la couleur des muqueuses, le TRC (temps de remplissage capillaire), la température et les bruits digestifs. Une fréquence cardiaque inférieure à 50bpm (battements par minutes), la reprise d'une miction claire, les muqueuses non congestionnées et un transit digestif qui reprend sont des éléments en faveur de l'arrêt de perfusion.

➤ Traitement de la rhabdomyolyse d'effort : (Dwyer et al. 1985) (Fielding et al., 2009)

La rhabdomyolyse d'effort survient lorsque le débit sanguin du tissu musculaire n'est pas suffisant pour combler les besoins en O₂. Une hypothèse pour expliquer ce défaut de perfusion est que la vasodilatation est sous contrôle kaliémique et diminue donc lors d'hypokaliémie. La lyse des cellules musculaires (par nécrose ischémique), entraîne la libération de myoglobine dans le sang. Les urines seront donc colorées en brun foncé par ce pigment si la quantité excrétée est importante. La fluidothérapie IV constitue le traitement de choix pour cette pathologie, elle permet :

- D'augmenter la diurèse pour éliminer la myoglobine (pigment toxique pour les reins)
- De restaurer la perfusion musculaire
- De corriger la déshydratation et les troubles électrolytiques associés

Ce traitement ne saurait être efficace sans une mise au repos stricte et une prise en charge de la douleur adaptée.

➤ Prise en charge du coup de chaleur : (Christmann & MC, 2011) (D. Marlin, 1995)

Le coup de chaleur survient lorsque la quantité de chaleur produite par le cheval est supérieure aux capacités de refroidissement. Les facteurs favorisants sont un entraînement insuffisant et des conditions de températures humides et fortes chaleurs. En fin d'exercice la température rectale peut-être normalement élevée (jusque 39°C) et le cheval tolère l'hyperthermie beaucoup mieux que l'athlète humain avant de développer des signes neurologiques (D. Marlin, 1995). Au-dessus de 39°C le refroidissement actif est indiqué.

Le coup de chaleur est susceptible de participer à un syndrome d'épuisement s'il est associé à une déshydratation significative. Le traitement consiste en un refroidissement actif avec de l'eau froide sur toute la surface du corps régulièrement renouvelée, dans un lieu ombragé et correctement ventilé.

Le refroidissement externe ne pourra être continué si l'eau est froide du fait d'une vasoconstriction périphérique importante ne permettant plus l'élimination de la chaleur par la peau. Dans ce cas, ainsi que lors de déshydratation, il faut recourir à la fluidothérapie.

- Prise en charge du syndrome d'épuisement : (H. Schott et al., 2013)

Le syndrome d'épuisement est une affection multi systémique qui survient souvent dans les mêmes conditions que le coup de chaleur (forte température et humidité). Il est la conséquence de désordres acido-basiques, électrolytique et d'une déplétion en réserves énergétiques. L'alcalose et la perte de chlore, potassium, calcium et magnésium affectent les systèmes musculaires, digestifs et cardiaques. Le traitement consiste en une fluidothérapie agressive et complémentée en fonction des désordres cliniques et électrolytiques présents. Après réhydratation et retour de la miction, de la flunixin meglumine pourra être administrée pour son effet antipyrétique et anti endotoxinique.

- Traitement du flutter diaphragmatique : (Dwyer et al. 1985) (H. Schott et al., 2013)

Le flutter diaphragmatique est observé lors de désordres électrolytiques. Il est caractérisé par des contractions du diaphragme synchrones avec les contractions cardiaques induites par une hyperirritabilité du nerf phrénique. L'hypocalcémie est le déficit électrolytique le plus susceptible d'induire un flutter diaphragmatique avec le magnésium. Le traitement consiste en une administration à rythme de besoins de maintenance de 500mL de borogluconate de calcium 20% dilué à un volume pour quatre dans une solution cristalloïde isotonique. Il est également souhaitable de restaurer l'homéostasie en corrigeant les désordres hydroélectrolytiques généraux du cheval (Cl⁻, Na⁺, K⁺, ..) souvent associés à une alcalose métabolique qui encourage une mauvaise entrée du calcium dans le milieu cellulaire.

Il est important d'ausculter le cœur pendant la perfusion et d'arrêter si des troubles cardiaques surviennent. Lorsque la déshydratation est modérée, le traitement peut être administré PO directement. Un cas léger sans déshydratation se résoudra seul par ingestion de foin riche en calcium (foin de luzerne).

- Traitement des arythmies cardiaques : (Dwyer et al. 1985) (H. Schott et al., 2013)

Elles sont rarement détectées. Bien qu'une fibrillation atriale induite par l'exercice intense puisse toujours survenir sans autre cause sous-jacente, les arythmies sont le plus souvent secondaires à des désordres hydro-électrolytiques. Le traitement consiste en une correction de ces déséquilibres :

- 20 à 40 mEq/L de KCl IV (sans dépasser les 0,5mEq/kg/h) ou 0,1mg/kg de KCl PO (en absence de reflux gastrique, d'iléus et de déshydratation sévère)
- 1 à 2,5 g/450kg de MgSO₄ IV ou 0,1 à 1 g/kg de MgSO₄ PO (en absence de reflux gastrique, d'iléus et de déshydratation sévère).

Si l'arythmie persiste malgré la correction des troubles électrolytiques, un ECG (électrocardiogramme) est indiqué pour évaluer la nécessité ultérieure d'un traitement antiarythmique.

- Prise en charge des chocs et pertes sanguines suite à un traumatisme : (Christmann & MC, 2011)

Lors d'un traumatisme sur un terrain de concours, la prise en charge consiste à :

- Gérer la douleur,
- Repérer et identifier les lésions,
- Immobiliser et arrêter les saignements si nécessaire
- Stabiliser l'état général avant transport
- Transporter vers un centre de référence si nécessaire

Un cheval qui a perdu beaucoup de sang ou est en état de choc doit être placé sous une fluidothérapie corrective avant le transport.

CE QU'IL FAUT RETENIR :

La récupération est essentielle pour assimiler l'entraînement et optimiser les performances futures. La récupération active favorise l'élimination des lactates et maintient le débit cardiaque, mais peut limiter la resynthèse du glycogène chez le cheval. Ce qui en fait un outil performant pour la récupération des efforts courts et intenses mais moins intéressant voir contre indiqué après les efforts long associé à une forte déplétion en glycogène.

La nutrition joue un rôle crucial dans la restauration des réserves énergétiques après un effort. Les glucides sont particulièrement importants pour reconstituer le glycogène musculaire et impliqués à la fois dans le métabolisme aérobie et anaérobiques. Les lipides eux sont préférentiellement utilisés lors des efforts prolongés d'endurance en métabolisme aérobie. Les protéines sont essentielles pour la récupération musculaire, leur utilisation comme substrat énergétique témoigne un déficit énergétique très important.

Les principales indications de la fluidothérapie en compétition incluent la déshydratation sévère, la rhabdomyolyse, les coups de chaleur et certains traumatismes. **Les études en médecine humaine ne soutiennent pas l'utilisation de fluides IV pour la réhydratation lorsque l'athlète peut recourir à la réhydratation orale** (Kenefick et al., 2006). **Il a été montré que le traitement des déshydratations légères (3-5%) et modérées (6-9%) est plus efficace par réhydratation orale que par perfusion IV.** Prioriser la santé des athlètes est en accord avec le code mondial antidopage et les règles FEI. Les situations cliniques dans le sport qui justifient l'utilisation de fluides intraveineux chez l'athlète humain et le cheval sont répertoriés dans la **figure 44**.

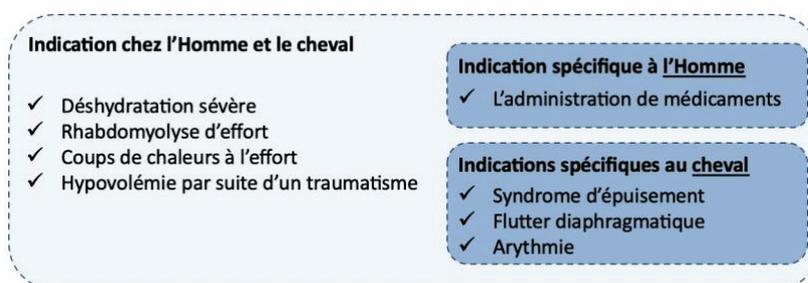


Figure 44 : Principales indications de la fluidothérapie IV en compétition chez l'Homme et le cheval. (figure T.Camptort)

Nous soutenons l'idée qu'à l'image de la médecine humaine, un groupe d'experts vétérinaires en médecine du sport devrait se réunir pour formuler des recommandations quant à l'utilisation de la fluidothérapie en compétition. Les institutions en charge de la réglementation en compétition (FEI et FFE) pourraient s'appuyer sur ce travail pour encadrer plus strictement cette pratique et éviter les abus.

Comprendre les mécanismes de récupération, les indications de la fluidothérapie et ses effets secondaires est indispensable pour tout vétérinaire en médecine sportive. Après avoir exploré les indications basées sur les données de la littérature, la partie expérimentale suivante s'intéressera, sur la base de nos données collectées, aux pratiques couramment utilisées par les vétérinaires et acteurs du cheval pour les mettre en perspective avec les connaissances scientifiques actuelles sur la perfusion.

PARTIE II : ENQUETE DE TERRAIN SUR LES PRATIQUES, LES ATTENTES ET LES RESULTATS DE LA FLUIDOTHERAPIE EN COMPETITION

Introduction :

Les études bibliographiques ne fournissent pas de preuves concluantes de l'efficacité de la fluidothérapie intraveineuse dans le cadre de la récupération chez le cheval. En effet, les données suggèrent que l'efficacité de la fluidothérapie intraveineuse est avérée principalement pour les cas de déshydratations sévères (> 5%). Toutefois, le cadre réglementaire ne limite pas les vétérinaires à une utilisation de la fluidothérapie strictement pour les indications citées dans la littérature. Ainsi, les vétérinaires conservent une certaine liberté dans le choix des actions thérapeutiques à mettre en place en fonction des besoins individuels de chaque animal et de la situation clinique.

Cette partie a pour objectif de comparer les indications de la fluidothérapie en compétition telles que décrites dans la littérature avec les pratiques réellement observées sur le terrain. Nous interrogerons les vétérinaires pour recueillir leurs perceptions sur l'efficacité des méthodes de récupération utilisées. Nous adresserons également un questionnaire aux propriétaires, cavaliers ou entraîneurs pour mieux comprendre leurs besoins en matière de récupération des chevaux. Enfin, une synthèse de ces résultats nous permettra de proposer des recommandations pour la récupération adaptée aux différents cas.

I. Matériel et méthode

1. Objectifs

Les chevaux reçoivent fréquemment des perfusions avant, pendant ou après un effort, que ce soit durant l'entraînement ou en compétition. Outre les chevaux médicalisés car atteints de déshydratation sévère ou d'autres déséquilibres et arrêtés par l'équipe vétérinaire, la perfusion est couramment pratiquée chez les chevaux en compétition.

- **L'objectif du questionnaire à destination des vétérinaires** est de comprendre les pratiques et les critères de décisions des vétérinaires concernant la fluidothérapie intraveineuse. Sauf mention contraire, les questions portent uniquement sur des chevaux ayant terminés avec succès l'épreuve et non arrêtés pour raison métabolique. Le questionnaire, d'une durée estimée à moins de 10 minutes, est entièrement anonyme.
- **L'objectif du questionnaire à destination des cavaliers propriétaires et entraîneurs** est de comprendre leurs motivations lorsqu'ils viennent à la rencontre des vétérinaires pour demander une perfusion chez des chevaux qualifiés ou classés. Le questionnaire, d'une durée estimée à 5 minutes, est entièrement anonyme.

Pour les deux questionnaires, les participants ont la possibilité de donner une adresse électronique pour recevoir les résultats.

2. Questionnaire à destination des vétérinaires :

a. Format du questionnaire et collecte des données

Nous avons sélectionné les questions les plus pertinentes, bien que de nombreuses autres auraient pu être intéressantes. L'objectif était de limiter la durée du questionnaire à 10 minutes afin de maintenir une bonne motivation de réponse. Pour collecter les réponses des vétérinaires, nous avons opté pour un format écrit et numérique. Ce choix permet une diffusion rapide et large via un support informatique, tout en facilitant l'exploitation des données grâce au format numérique. Le questionnaire final a donc été conçu sur « Google Form » pour combiner ces avantages. Nous avons rédigé une version en français et en anglais pour prendre en considération les pratiques à l'international.

Nous avons privilégié l'utilisation de questions fermées, courtes et simples, chacune ciblant un seul point précis de questionnement. Les questions à choix multiples sont à réponse unique ou multiple avec un nombre de réponses maximal le plus souvent fixé à trois. Les options de réponses sont basées sur des cours et des références bibliographiques. Nous avons proposé un maximum de choix pour éviter d'influencer les répondants, incluant souvent une option "Autre" pour des réponses libres. Enfin, une question ouverte vient clôturer le questionnaire pour permettre des commentaires ou informations supplémentaires. Le questionnaire est présenté en français en **annexe 1**, en anglais en **annexe 2** et les résultats bruts sont présentés en **annexe 3**.

b. Critères d'entrée

Le questionnaire est conçu de manière à être accessible à tous les vétérinaires impliqués dans les soins des chevaux d'endurance et de concours complet. Notons que les questions ne sont pas adaptées aux vétérinaires « de ligne » en endurance qui ne sont pas engagés dans les soins de ces chevaux en compétition. En effet, les vétérinaires « de ligne » prennent la décision d'orienter un cheval vers les vétérinaires traitants. Nos questions portent à la fois sur les critères de choix pour un traitement et le traitement en lui-même, c'est pourquoi les vétérinaires avec la double compétence « de ligne » et « traitant » sont notre principale cible. Le questionnaire est diffusé aux vétérinaires FEI avec au moins une étoile dans la discipline du concours complet et/ou de l'endurance équestre.

c. Analyse des résultats

Les 35 réponses ont été analysées selon quatre grandes catégories :

- Profil des répondants et pratiques générales
- Facteurs de décision pour la perfusion
- Mise en œuvre pratique de la perfusion
- Suivi post-perfusion

Chaque catégorie a été subdivisée en sous-questions spécifiques (**figure 45**) permettant d'extraire des données qualitatives et quantitatives des questions de l'enquête. Les réponses ont été regroupées en variables qualitatives binaires ou multinomiales. Des variables binaires ou multinomiales ont été définies pour chaque question. Des analyses descriptives ont permis de résumer les données sous diagrammes et de plot. Le test du χ^2 (Chi-carré) a été utilisé pour analyser les relations entre variables qualitatives. Le test de Kruskal-Wallis a été utilisé pour analyser les données quantitatives, notamment les débits de perfusion.

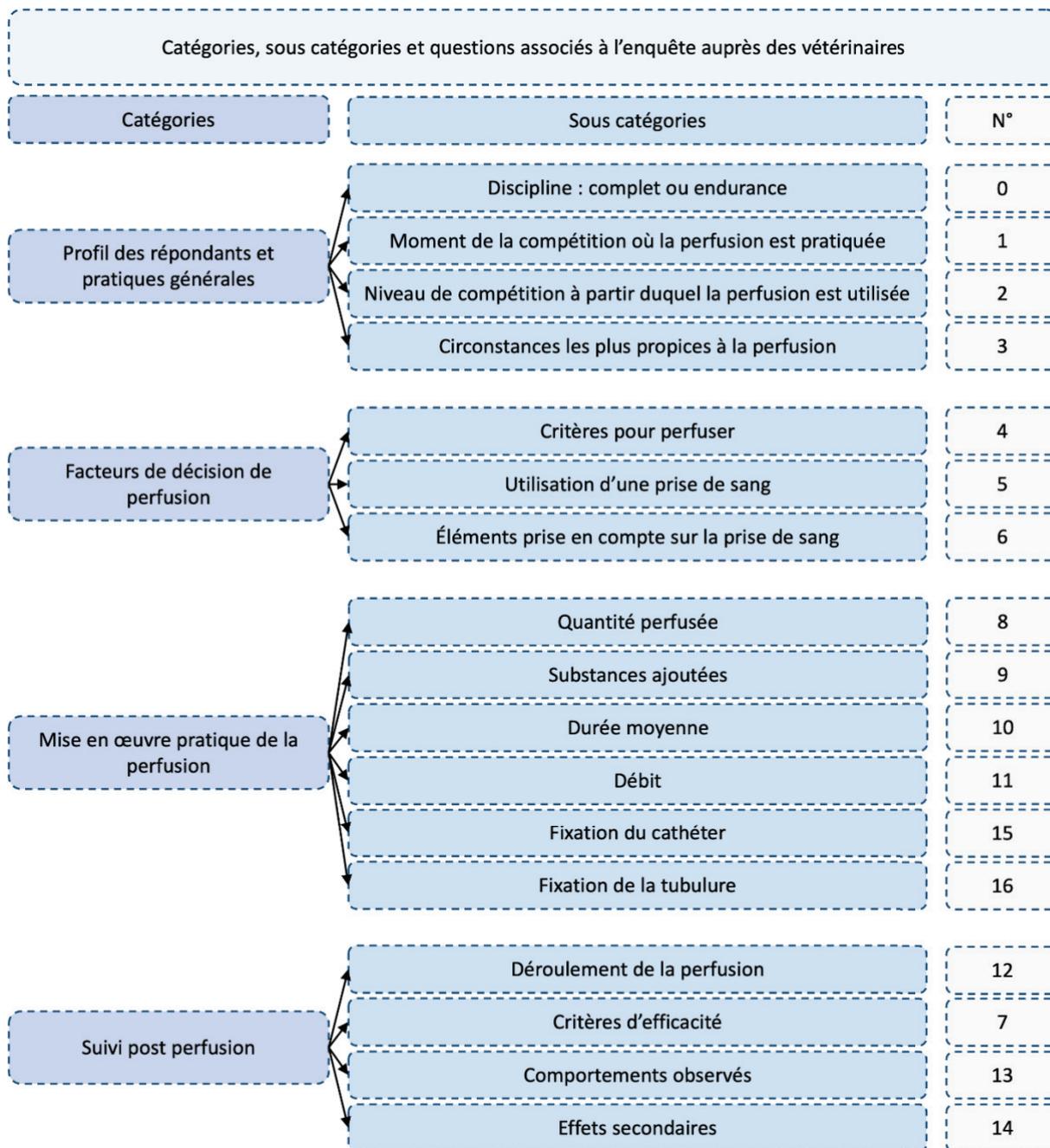


Figure 45 : Catégories, sous catégories et questions associés à l'enquête auprès des vétérinaires (N°= numéro de la question).

3. Questionnaire à destination des cavaliers, propriétaires et entraîneurs :

a. Format du questionnaire et collecte des données

Nous avons utilisé le même format et la même méthode de collecte de données que le questionnaire à destination vétérinaires. Seule la durée estimée du questionnaire est modifiée : nous avons prévu un format plus court d'environ 5 minutes pour le questionnaire à destination des cavaliers propriétaires et entraîneurs. Le questionnaire est présenté en **annexe 4** et les résultats bruts en **annexe 5**.

b. Critères d'entrée

Le questionnaire est conçu de manière à être accessible à tous les cavaliers, propriétaires et entraîneurs de chevaux d'endurance et de concours complet. Nos questions portent tant sur les critères de choix pour solliciter une fluidothérapie que sur les effets observés de la fluidothérapie en elle-même. Le questionnaire est diffusé à un public de niveau supérieur ou égale à une étoile dans la discipline du concours complet et/ou de l'endurance équestre.

c. Analyse des résultats

Les 105 réponses recueillies ont été analysées en quatre grandes catégories :

- Profil des répondants et pratiques générales
- Motivations pour l'utilisation des perfusions
- Bénéfices attendus des perfusions
- Pratiques d'alimentation en compétition

Chaque catégorie a été subdivisée en sous-questions spécifiques (**figure 46**) permettant d'extraire des données qualitatives et quantitatives des questions de l'enquête. Les réponses ont été regroupées en variables qualitatives binaires ou multinomiales.

Les réponses ont été synthétisées sous forme de tables de contingence pour faciliter les analyses croisées. Le test du χ^2 (Chi-carré) a été utilisé pour analyser les relations entre variables qualitatives.

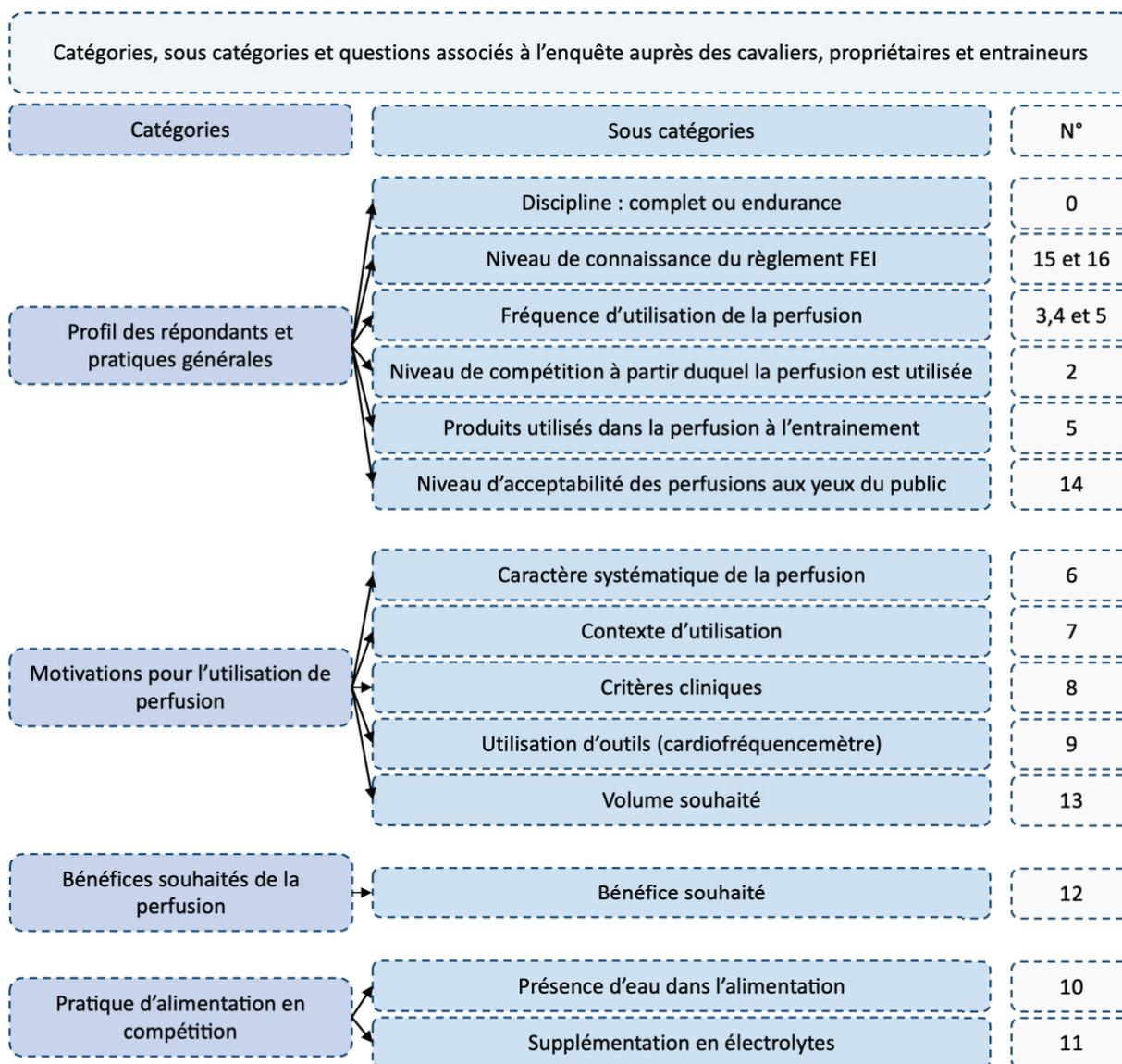


Figure 46 : Catégories, sous catégories et questions associés à l'enquête auprès des cavaliers, propriétaires et entraîneurs. (N°= numéro de(s) la(les) question(s)).

II. Résultats

1. Questionnaire à destination des vétérinaires :

a. Profil des répondants et pratique générale

i. Analyse descriptive

Nous avons obtenu 35 réponses avec davantage de réponse d'acteurs impliqués dans l'endurance (77%) que dans le complet (23%) (**figure 47**).

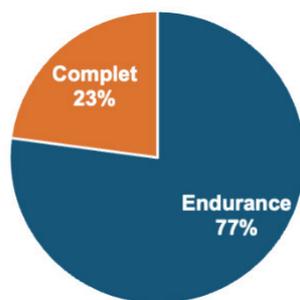


Figure 47 : Répartition des vétérinaires répondants en fonction de la discipline

Pour déterminer le profil des répondants et les pratiques générales, nous allons étudier :

- Le moment de la compétition où la perfusion est pratiquée (question 1)
- Le niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée (question 2)
- Les principales circonstances les plus propices l'utilisation de perfusion (question 3)

→ **Moment de la compétition où la perfusion est pratiquée**

La première question visait à déterminer le moment de la compétition où la perfusion était utilisée (**figure 48**). La variable désignée par le terme « moment » sera susceptible de prendre les valeurs suivantes :

- « Avant la compétition » : Par exemple pour récupérer d'un long transport
- « Après la compétition » : Après l'épreuve de CROSS pour le concours complet et après l'épreuve d'endurance, une fois ces phases validées
- « Autre » : Lorsque la réponse mentionnait uniquement des cas de déshydratation sévère, des cas de problèmes métaboliques avérés, ou des chevaux éliminés.

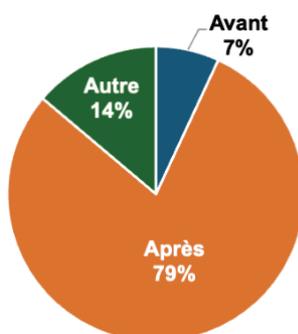


Figure 48 : Représentation graphique du moment où les vétérinaires pratiquent la perfusion en compétition

→ **Niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée**

Le niveau de compétition justifiant le recours à la perfusion est l'objet de la question 2. Nous utilisons la variable « niveau » pouvant correspondre à une deux ou trois étoiles. Les résultats sont présentés dans le **figure 49**. Pour la majorité des répondants, la perfusion est utilisée à partir des épreuves une étoile.

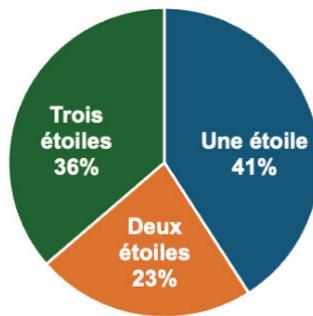


Figure 49 : Représentation graphique du niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée par les vétérinaires

→ **Circonstances les plus propices à l'administration de perfusion**

Nous avons mis en place une nouvelle variable compilant des variables renseignées dans le questionnaire appelée « circonstances » pouvant prendre les valeurs suivantes :

- « Transport » : si la réponse mentionnait l'utilisation pour récupérer d'un transport long supérieur à 6h,
- « Épreuve » : lorsque la réponse faisait référence à la difficulté de l'épreuve,
- « Alimentation » : en cas de diminution de la prise alimentaire ou d'eau,
- « Environnement » : si la réponse évoquait les conditions climatiques,
- « Baisse de forme » : lorsque la réponse évoquait une impression de cheval moins en forme
- « Aucune » : lorsqu'aucune des conditions citées ci-dessous justifiait l'utilisation de la perfusion

Notons qu'une réponse qui a été renseignée n'est pas prise en compte dans les statistiques. Il n's'agit de « Ne pas subir de reproche si contre-performance au CSO ». Nous jugeons utiles de la mentionner ici et elle sera analysée dans la partie « Discussion ».

Les résultats indiquent que trois raisons majeures ressortent : les conditions climatiques constituent le facteur prépondérant dans la décision d'administrer une perfusion à un cheval (**figure 50**), suivi par la difficulté de l'épreuve puis un transport préalable considéré comme « long ».

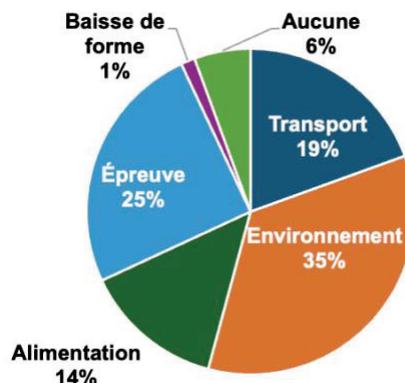


Figure 50 : Représentation graphique de la variable « circonstances »

ii. Influence de la discipline sur le niveau à partir duquel la perfusion est utilisée

Nous avons étudié l'influence de la discipline (endurance ou complet) sur le niveau d'épreuve à partir duquel les vétérinaires ont recours à la perfusion. Pour l'analyse de ces variables qualitatives d'une série de données indépendantes, nous avons réalisés le test du χ^2 d'indépendance à partir de la table de contingence. L'analyse n'a pas révélé de différence significative entre les deux disciplines concernant le niveau d'utilisation de la perfusion ($p>0,05$). Nous notons une tendance à utiliser la perfusion uniquement pour des épreuves de niveau important (trois étoiles) chez les vétérinaires de complet alors qu'en endurance elle est plus facilement utilisée sur des épreuves une étoile (**figure 51**).

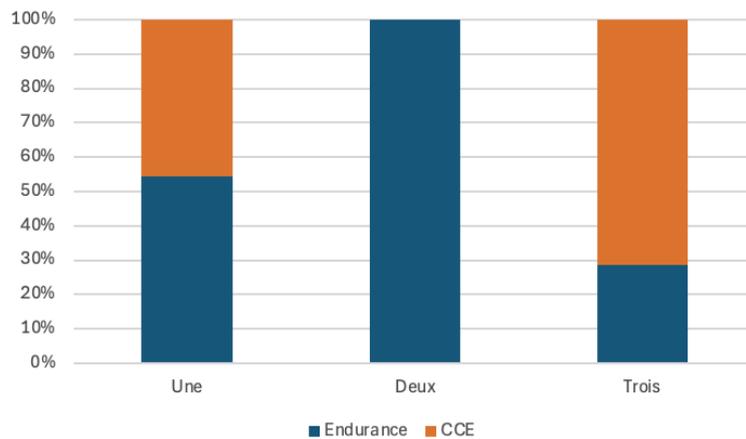


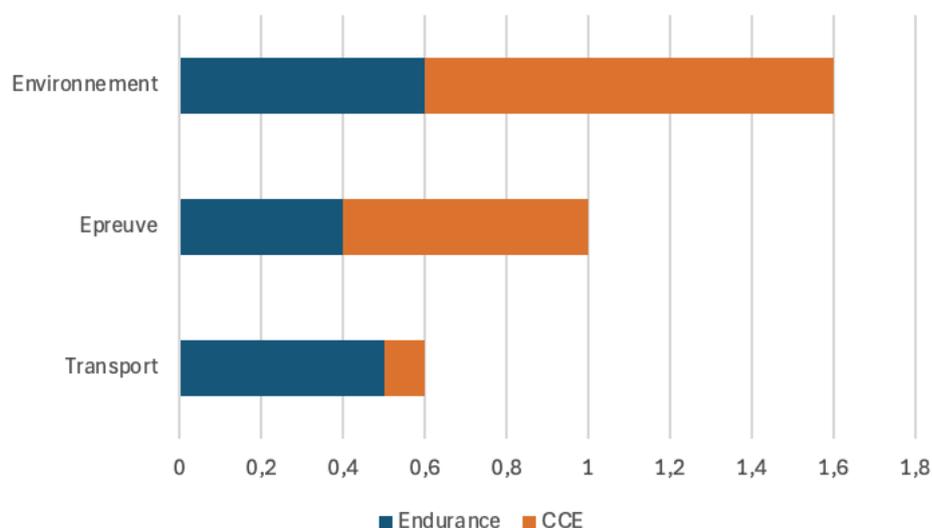
Figure 51 : Histogramme illustrant le niveau de compétition (une, deux ou trois étoiles) auquel les vétérinaires ont recours à la pratique de la perfusion (complet et endurance)

iii. Influence de la discipline sur les circonstances privilégiées pour la perfusion

Nous avons déjà noté que les principales circonstances pour les deux disciplines confondues sont :

- Les conditions environnementales
- La difficulté de l'épreuve
- Un transport long (supérieur à six heures)

L'analyse avec le χ^2 d'indépendance n'a pas permis de mettre en évidence de différence significative entre les deux disciplines et les circonstances d'utilisation ($p>0,05$). L'analyse des données révèlent que l'ensemble des vétérinaires spécialisés en concours complet prennent en considération les conditions environnementales, tandis que seulement 60% des vétérinaires d'endurance en font de même. A l'inverse, le transport est un motif plus fréquent utilisé chez les vétérinaires d'endurance pour décider de perfuser que chez les vétérinaires de complet (**figure 52**).



En abscisse la proportion de vétérinaire par discipline

Figure 52 : Histogramme des conditions (environnement, épreuve, transport) où les vétérinaires ont eu recours à la perfusion en complet et en endurance

b. Facteurs de décision pour la perfusion

i. Analyse descriptive

Pour déterminer les critères de décision d'une perfusion, nous présenterons les éléments de réponse suivants :

- Les principaux critères pour perfuser (question 4)
- L'utilisation d'une prise de sang (question 5)
- Les éléments utilisés sur la prise de sang (questions 6)

→ Les principaux critères pour perfuser

Nous souhaitons déterminer les principaux critères qui mènent à perfuser un cheval ayant terminé son épreuve c'est-à-dire non éliminé et non traité. Nous avons utilisé les résultats de la question 4 avec la variable « critères », nous attribuons les valeurs « cardiaque » lorsque la récupération cardiaque est un facteur décision ; « déshydratation légère » lorsque le vétérinaire perfuse lors des déshydratation légères à modérées, « Locomoteur » lorsque les affections musculosquelettique sont un critère pour perfuser ; « Cavalier » lorsque le vétérinaire prend en compte la demande du cavalier et enfin « autre » pour tous les éléments ne rentrant pas dans ces catégories .

Parmi les réponses, soulignons qu'UN vétérinaire à précisé utiliser la perfusion dans le cas d'affection respiratoire, sans plus d'explication. C'était la réponse « autre ».

Nos résultats montrent qu'une majorité (60%) des répondants utilisent la récupération cardiaque pour juger de l'utilité d'une perfusion (**figure 53**).

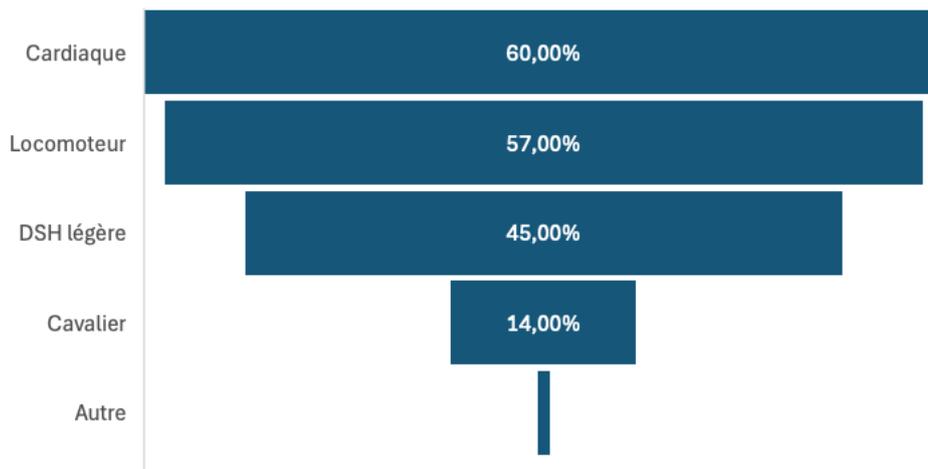


Figure 53 : Représentation graphique des critères motivant l'administration d'une perfusion
 Les pourcentages se référant au pourcentage de réponses citées parmi le total des réponses des vétérinaires n=35

→ **Réalisation d'une prise de sang**

Nous avons interrogé les vétérinaires sur leurs pratiques en matière de prise de sang comme critère de décision de la perfusion. La question 5 demandait si les vétérinaires réalisaient une prise de sang avant de perfuser et nous regroupons les résultats en trois réponses « Jamais », « Souvent » et « Toujours ». Nous constatons qu'une très large majorité de vétérinaire (74%) n'utilisent pas de prise de sang avant de perfuser (**figure 54**).

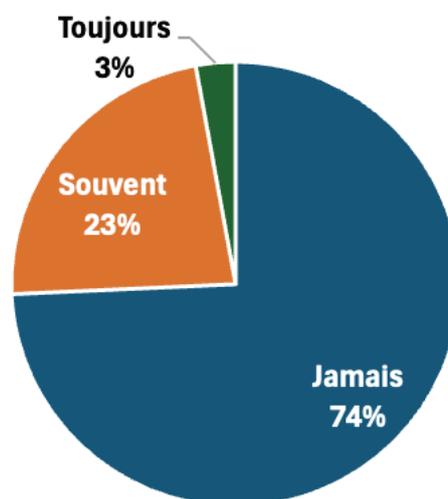


Figure 54 : Représentation graphique de l'utilisation de la prise de sang avant la perfusion

→ **Éléments utilisés sur la prise de sang**

Lorsqu'une prise de sang est réalisée, nous souhaitons connaître les principaux paramètres utilisés par les vétérinaires. Nous avons classé les réponses en 4 groupes : « Hématocrite », « Protéines » correspondant à la mesure des protéines totales, « Musculaires » correspondant à la mesure des

créatines kinases et « Rénaux » correspondant à la mesure de l'urée et la créatinine. Les résultats montrent que les vétérinaires utilisent préférentiellement (60%) l'hématocrite (**figure 55**).

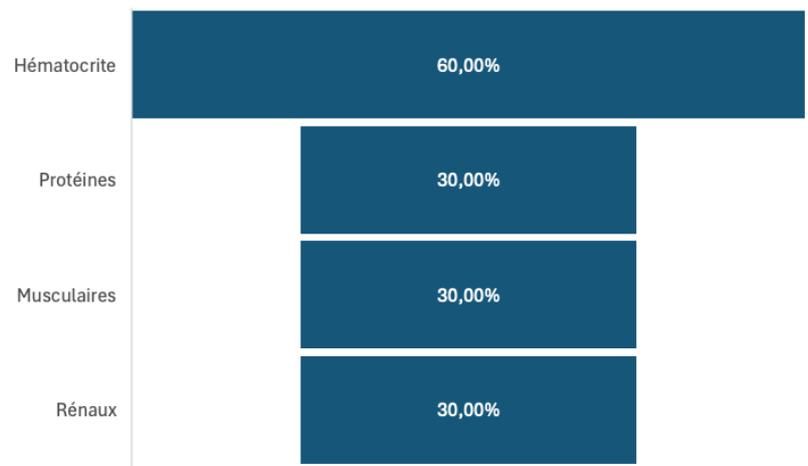


Figure 55 : Représentation graphique des éléments utilisés dans la prise de sang

ii. Principaux critères utilisés en fonction de la discipline

Nous avons évalué la proportion des vétérinaires impliqués dans la discipline du complet et de l'endurance pour les quatre principaux critères de décision d'une perfusion. Nos résultats montrent que la fréquence cardiaque est principalement utilisée par les vétérinaires d'endurance (**figure 56**).

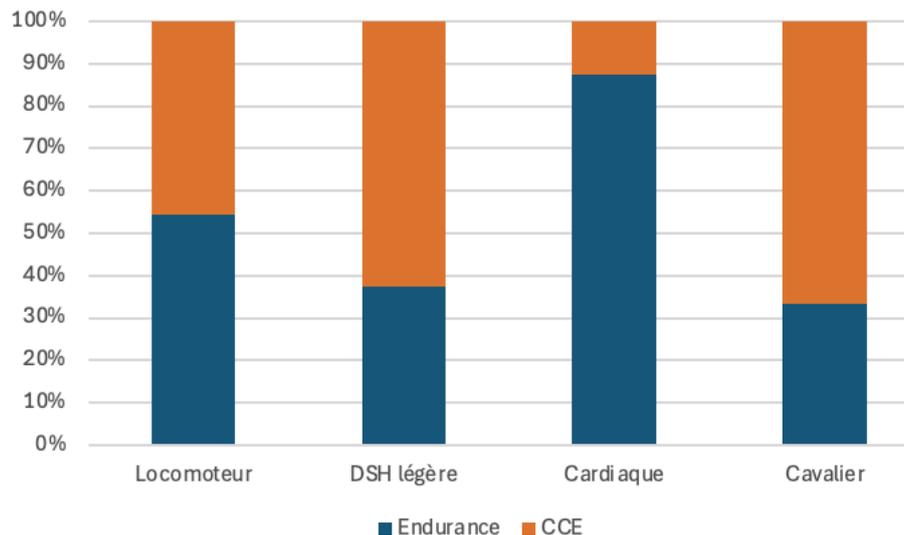


Figure 56 : Représentation graphique des critères de décision de perfusion en fonction des disciplines (CCE, endurance)

Ces résultats sont confirmés avec le test du χ^2 d'indépendance : les vétérinaires d'endurance utilisent davantage les critères cardiaques par rapport aux vétérinaires de complet ($p < 0,002$) (figure 57). Les vétérinaires de complet semblent accorder une importance accrue à la requête des cavaliers, sans toutefois que cette disparité entre les deux groupes ne soit statistiquement significative ($p > 0,05$).

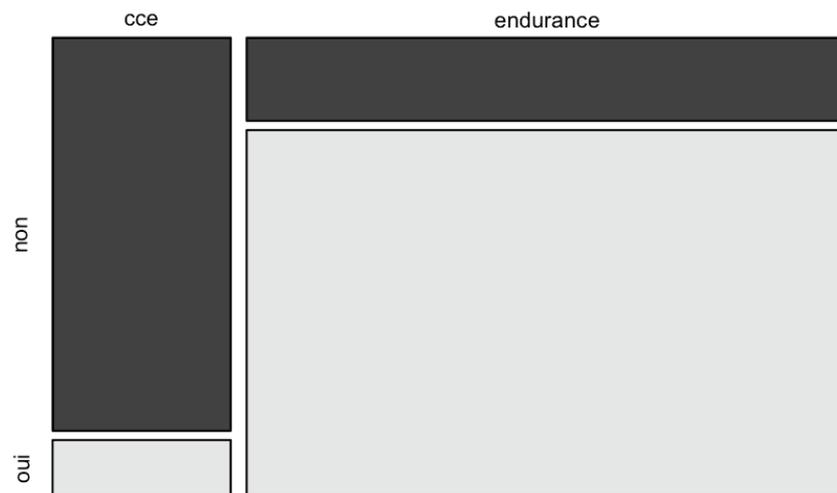


Figure 57 : R-plot de la table de contingence entre discipline (CCE, endurance) et l'utilisation du critère cardiaque (oui ou non)

c. Mise en œuvre pratique de la perfusion

i. Analyse descriptive

Pour étudier la réalisation pratique de la perfusion, nous avons caractérisés les éléments suivants :

- La quantité perfusée (question 8)
- Les substances ajoutées à la perfusion (question 9)
- La durée moyenne d'une perfusion (question 10)
- La débit utilisé (question 11)
- Les moyens de fixation du cathéter (question 15)
- La fixation de la tubulure au licol (question 16)

→Quantité de fluides utilisés

Nous souhaitons déterminer le volume de fluides le plus souvent administré. Nous avons utilisé les résultats de la question 8 avec la variable « quantité », nous attribuons les valeurs :

- « 10L et moins »
- « Entre 10 et 20L »
- « Entre 20 et 30L »

Les résultats révèlent qu'une grande majorité des praticiens (77%) perfusent entre 10 et 20L (**figure 58**).

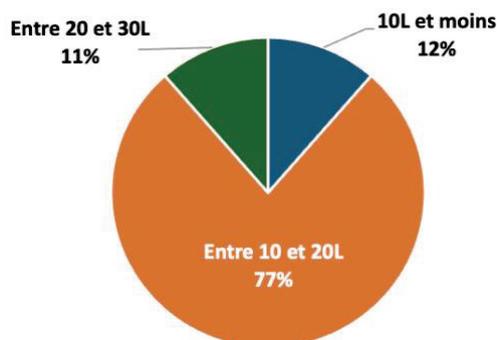


Figure 58 : Représentation graphique du volume de fluide administré par les praticiens

→ **Substances ajoutées à la perfusion :**

Les différentes substances ajoutées au cours des perfusions ont été étudiées avec la variable « ajout ». Les valeurs attribuables étaient :

- « Rien »
- « Électrolytes »
- « Vitamines et acides aminés »
- « DMSO »

Les résultats mettent en évidence que si la moitié des vétérinaires interrogés (51%) n'ajoutent rien à la perfusion, presque 50% des vétérinaires ont recours à la supplémentation (électrolytes, DMSO) dont 25% déclarent ajouter des vitamines et/ou acides aminés (**figure 59**).

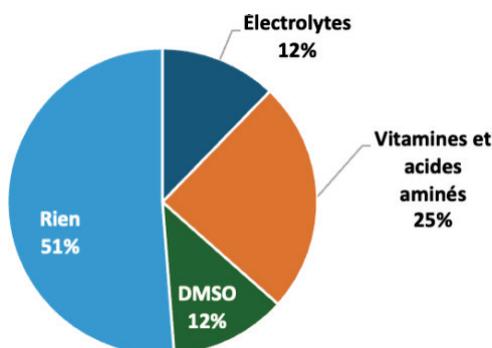


Figure 59 : Représentation graphique des substances ajoutées à la perfusion

→ **Durée d'une perfusion :**

Les vétérinaires répondants étaient interrogés sur la durée moyenne d'une perfusion. La variable « durée » pouvait prendre les valeurs :

- « 30min »
- « 1h »
- « 2h »
- « Plus de 2h »

Les résultats révèlent pour la majorité (63%) des praticiens, une durée de perfusion d'environ 1h (**figure 60**).

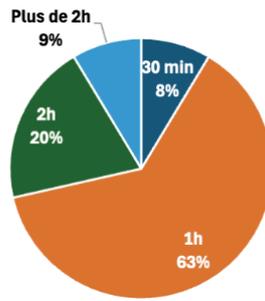


Figure 60 : Représentation graphique de la durée d'une perfusion

→ Débit de la perfusion :

Pour mesurer le débit de la perfusion nous avons demandé le temps nécessaire pour l'administration de 10L de solution. Le diagramme en boîte (**figure 61**) montre une durée moyenne de 50 minutes.

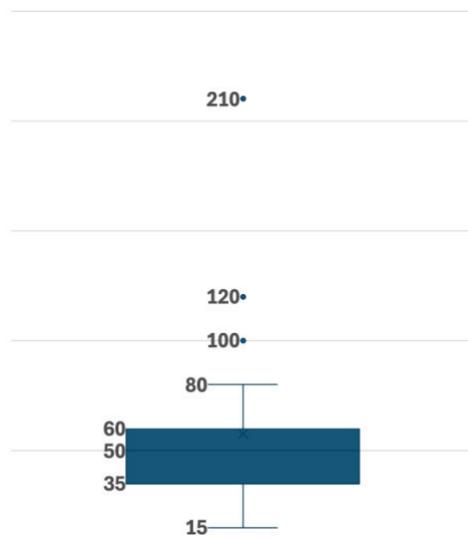


Figure 61 : Diagramme en boîte de la durée nécessaire à l'administration de 10L

→ Modalités de fixation du cathéter :

La variable « fixation » étudie les différents moyens utilisés par les vétérinaires pour fixer le cathéter lors de la perfusion. Elle peut prendre les valeurs :

- « Suture »
- « Pansement »
- « Pincés »
- « Colle »
- « Agrafes »
- « Pas de fixation »

La majorité des praticiens (60%) utilisent une suture pour fixer le cathéter (**figure 62**).

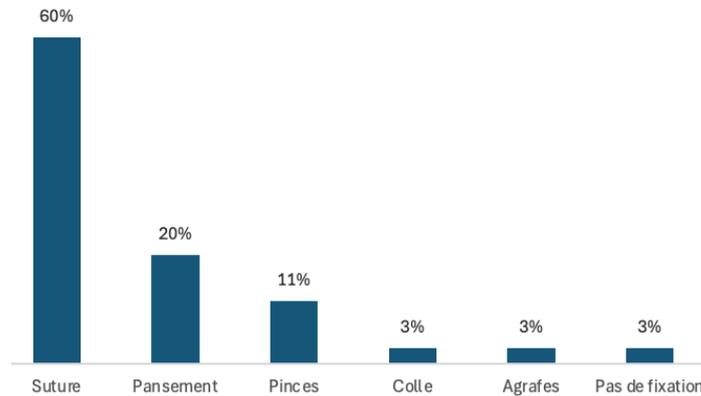


Figure 62 : Représentation graphique des différentes modalités de fixation du cathéter

→ **Fixation de la tubulure au licol :**

Nous avons interrogé les répondants sur leurs pratiques quant à la fixation de la tubulure au licol. La variable « licol » pouvait prendre les valeurs :

- « Oui » si le praticien fixe la tubulure au licol
- « Non » si le praticien ne fixe pas la tubulure au licol

Les résultats mettent en évidence qu'une large majorité (94%) des praticiens fixent la tubulure au licol (**figure 63**).

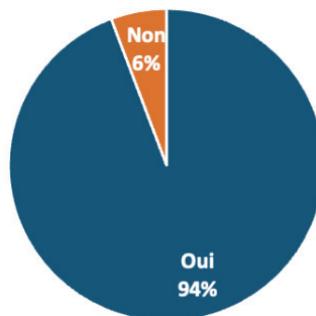


Figure 63 : Représentation graphique des pratiques de fixation de la tubulure au licol

ii. **Corrélation entre débit et durée de perfusion**

Pour évaluer si le débit de perfusion (temps nécessaire pour administrer 10L) varie en fonction des catégories de durée de perfusion ("30min", "1h", "2h", "Plus de 2h"), un test de Kruskal-Wallis a été réalisé. Ce test non paramétrique a été choisi car les données ne suivaient pas une distribution normale, comme l'a révélé le test de Shapiro-Wilk. Les résultats du test de Kruskal-Wallis montrent une différence statistiquement significative entre les groupes ($p < 0.008$). Pour approfondir l'analyse, un test post-hoc avec correction de Bonferroni a été utilisé afin d'identifier les groupes qui diffèrent de manière significative. Les résultats révèlent que :

- Le débit de perfusion pour les durées "30min" et "2h" diffère de manière significative ($p < 0.005$) indiquant des pratiques de débit distinctes entre ces deux groupes (**figure 64**).

- Les comparaisons entre "1h" et "2h" ou entre "30min" et "Plus de 2h" ne révèlent pas de différences significatives après correction de Bonferroni (**figure 64**).

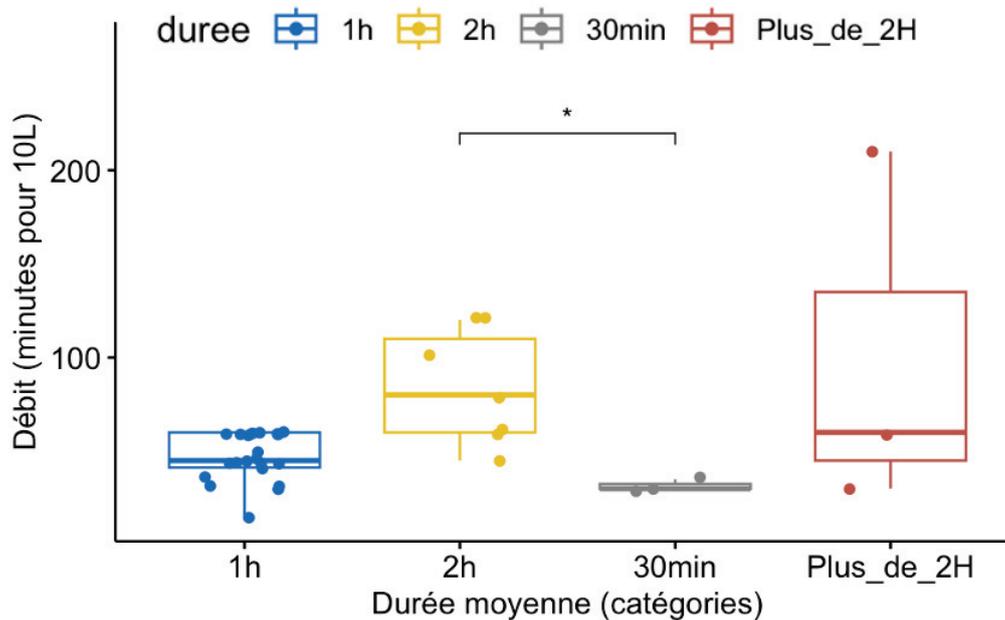


Figure 64 : Comparaison des débits de perfusion en fonction de la durée moyenne de perfusion (* = $p < 0,05$)

d. Suivi post perfusion

i. Analyse descriptive

Pour déterminer les critères utilisés dans la perfusion, nous utiliserons les éléments suivants :

- Les modalités de déroulement de la perfusion (question 12)
- Les critères d'efficacité (question 7)
- Les comportements observés au cours de la perfusion (question 13)
- Les principaux effets secondaires (questions 14)

→ Modalités de déroulement de la perfusion :

Les différentes modalités de déroulement des perfusions ont été étudiées avec la variable « modalité ». Les valeurs attribuables étaient :

- « Alimentation : pendant la perfusion »
- « Alimentation : Avant et/ou après la perfusion uniquement »
- « Abreuvement : pendant la perfusion »
- « Abreuvement : Avant et/ou après la perfusion uniquement »
- « Contention : libre »
- « Contention : attaché »

Les résultats mettent en évidence que la majorité des vétérinaires autorisent l'accès à l'alimentation, bien qu'ils ne proposent pas systématiquement d'eau pendant la durée de la perfusion (environ 40%). Plus de 80% des vétérinaires décident de maintenir le cheval attaché pendant la perfusion (**figure 65**).

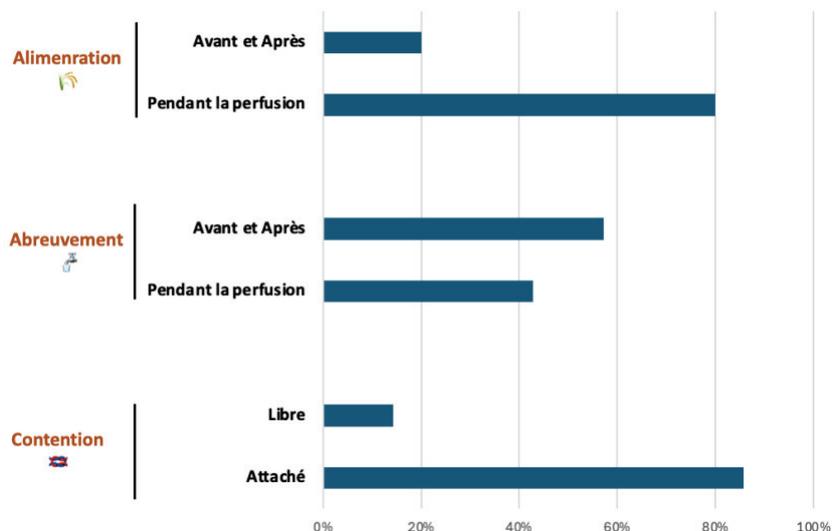


Figure 65 : Accès à l'aliment, l'eau et méthode de contention des chevaux pendant la perfusion

→ Les critères d'efficacité :

Les critères d'efficacité des perfusions ont été étudiées avec la variable « efficacité ». Les valeurs attribuables sont :

- « Diminution de la température »
- « Production d'urine »
- « Diminution de la FC »
- « Diminution de la FR »
- « Amélioration sur le système locomoteur »
- « Impression d'un cheval plus en forme »
- « Amélioration de l'état d'hydratation »
- « Amélioration des bruits digestifs »

Les résultats révèlent que la majorité des vétérinaires observent une diminution de la fréquence cardiaque (80%) et une amélioration de l'état d'hydratation (54%), même si seuls un peu plus d'un tiers des praticiens semblent se baser sur la production d'urine. Le retour des bruits digestifs est un critère attendu dans presque 50 % des cas (**figure 66**).

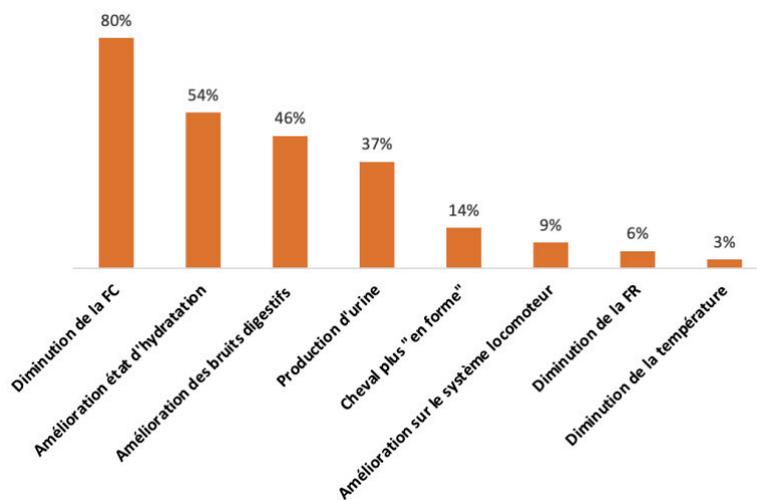


Figure 66 : Représentation graphique des principaux critères d'efficacité observés par les vétérinaires au cours des perfusions.

→ **Les comportements observés au cours de la perfusion**

Les principaux comportements de l'athlète équin observés lors d'une perfusion étaient évalués avec la variable « comportement ». Elle pouvait prendre les valeurs suivantes :

- « Augmentation du polygone de sustentation »
- « Absence de prise alimentaire spontanée »
- « Absence de prise de boisson spontanée »
- « Contraction de l'encolure »
- « Agitation »
- « Réaction à la pose du cathéter »
- « Cheval se couche »

Les résultats montrent que durant la perfusion la prise alimentaire et la prise de boisson spontanée sont fréquemment compromises basé sur l'avis de 31% et 26% des vétérinaires respectivement (**figure 67**).

Plus de 20% des chevaux démontrent une aversion à la pose du cathéter et de la perfusion (agitation, réaction aversive) (**figure 67**).

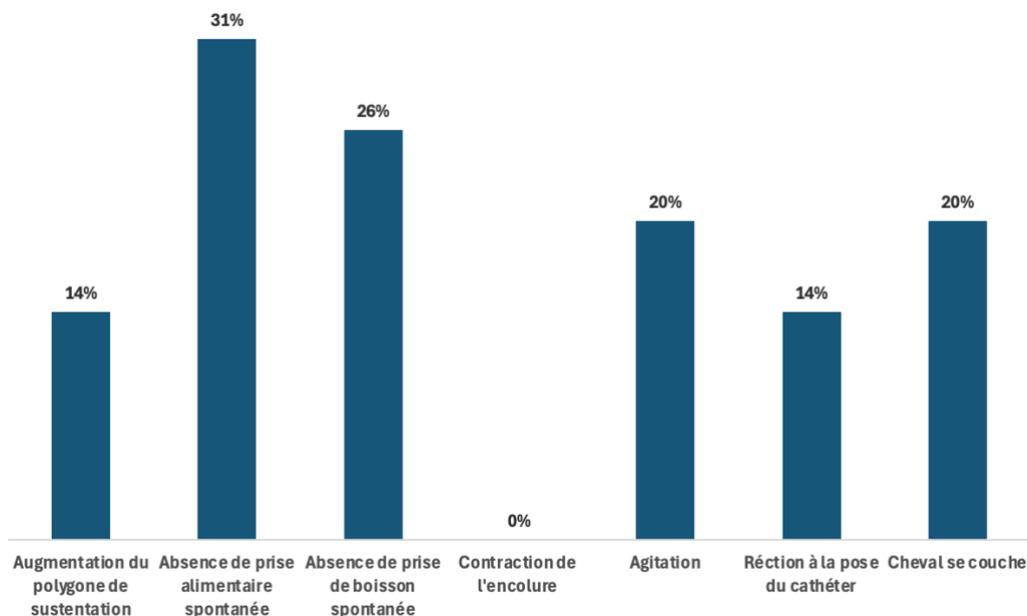


Figure 67 : Effets observés au cours de la perfusion

→ **Les principaux effets secondaires :**

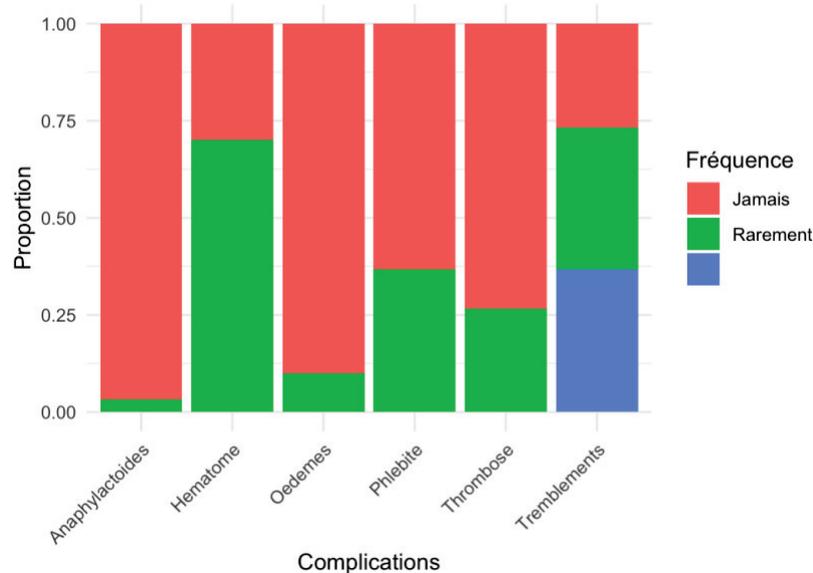
Nous souhaitons déterminer les principaux effets secondaires de la perfusion. Nous avons utilisé la variable « effets secondaires », et attribuons les valeurs :

- « Anaphylactoides » pour toutes réactions ressemblant à une réaction anaphylactique
- « Hématome »
- « Œdèmes »

- « Phlébites »
- « Thrombose »
- « Tremblements »

Les résultats révèlent que l'effet secondaire prédominant (40%) observé par les vétérinaires consiste en des tremblements (**figure 68**).

Les réactions inflammatoires vasculaires (hématome, phlébite et thrombophlébite) bien que rares sont reconnues par plus de 65% des vétérinaires comme présentes dans les effets secondaires (**figure 68**)



1 = 100% des réponses, 0,25 = 25% des réponses

Figure 68 : Distribution des fréquences d'observation des effets secondaires

ii. Impact des disciplines (CCE ou endurance) sur l'utilisation du monitoring cardiaque et l'évaluation de l'état

Nous avons examiné si les proportions de vétérinaires utilisant le suivi cardiaque ou jugeant un cheval plus « en forme » diffèrent significativement entre les disciplines (endurance et complet) lors de la pratique de la fluidothérapie. Nous avons d'abord construit des tables de contingence pour chaque variable (cardiaque et état de forme), en croisant leur présence (oui/non) avec les disciplines. Le test du χ^2 d'indépendance a été utilisé pour comparer les proportions entre les deux disciplines.

Pour la discipline du CCE, la proportion de vétérinaires utilisant un monitoring cardiaque est relativement faible (environ 0.3), tandis qu'en endurance, elle est bien plus élevée (proche de 0.9). Cette différence est statistiquement significative ($p < 0,05$). L'évaluation de l'état de forme ("En Forme") des chevaux montre une proportion élevée de vétérinaires de CCE utilisant (60%) contre moins de 10% des vétérinaires d'endurance pour lesquels ce critère est sans doute mal défini (**figure 69**).

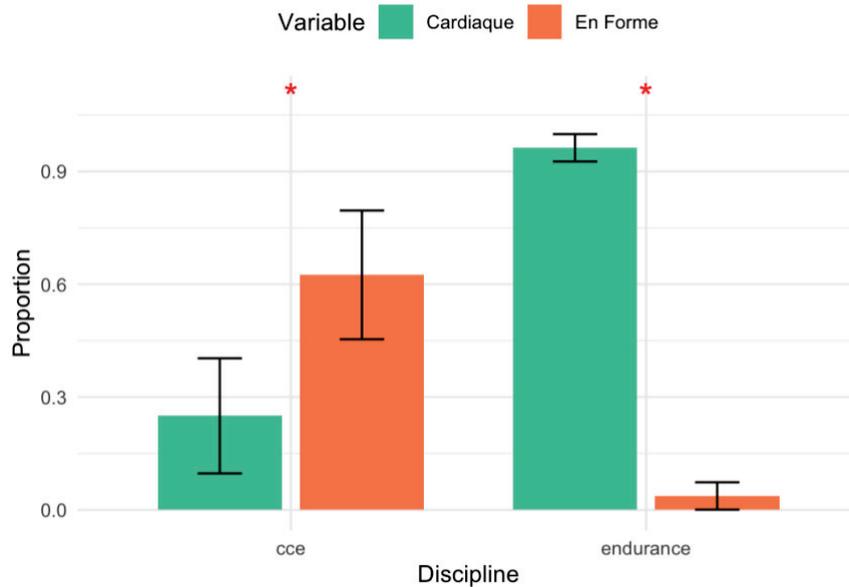


Figure 69 : Comparaison des proportions de vétérinaires utilisant le cardiaque et l'impression d'un cheval plus « en forme » selon la discipline (CCE, endurance), (*= $p < 0,05$)

CE QU'IL FAUT RETENIR :

L'analyse des 35 questionnaires vétérinaires récoltés parmi un petit groupe de vétérinaires officiels traitants au niveau international dans les disciplines d'endurance et complet met en évidence une surreprésentation des acteurs impliqués dans l'endurance (77%). La majorité des praticiens d'endurance ont recours à la fluidothérapie à partir du niveau une étoile tandis que le concours complet privilégie des niveaux plus élevés (trois étoiles). L'endurance semble déboucher sur une utilisation plus généralisée aux épreuves de moindre niveau. Les conditions climatiques émergent comme le facteur le plus souvent pris en compte dans la décision de perfusion, en particulier chez les vétérinaires de complet, qui y accordent une attention unanime. Les vétérinaires d'endurance intègrent également beaucoup les contraintes liées au transport dans leurs décisions, ainsi que la difficulté des épreuves. Bien que les tests statistiques n'aient pas révélé de différences significatives entre disciplines pour ces critères, ces tendances mettent en lumière des priorités spécifiques aux contextes de chaque discipline.

On remarque également que la majorité de répondants (74 %) indique ne pas réaliser de prélèvement sanguin avant de pratiquer une perfusion, privilégiant ainsi l'évaluation clinique.

Les résultats mettent en évidence que la récupération cardiaque est le critère prédominant dans la prise de décision pour perfuser (60%). En particulier pour les vétérinaires impliqués en endurance, où ce paramètre est davantage utilisé qu'en complet de manière significative ($p < 0,002$). En revanche, les vétérinaires de concours complet semblent plus enclins à considérer la requête des cavaliers, bien que cette tendance ne soit pas statistiquement significative. Ces différences reflètent les spécificités de chaque discipline et soulignent l'importance d'une prise de décision adaptée aux conditions de compétition.

La majorité des vétérinaires interrogés administrent des volumes compris entre 10 et 20L. Même si la moitié n'ajoutent rien, les autres complètent leurs perfusions, surtout en ayant recours à des

vitamines et acides aminés (25% des répondants). La durée moyenne des perfusions est d'environ 1h pour 63% des praticiens, avec une durée de 50 minutes pour l'administration de 10L. Les pratiques de fixation du cathéter sont principalement réalisées par suture (60%), et la fixation de la tubulure au licol est presque systématique (94%), ce qui permet de sécuriser la perfusion.

L'analyse des modalités de déroulement de la perfusion, des critères d'efficacité, des comportements observés, ainsi que des effets secondaires a permis de dresser un portrait détaillé de la pratique de la perfusion vétérinaire en compétition. Les résultats montrent des tendances marquées concernant la gestion de l'alimentation et de l'abreuvement, avec une majorité de vétérinaires laissant un accès libre à l'alimentation mais limitant l'accès à l'eau pendant la perfusion. En ce qui concerne l'efficacité des perfusions, la diminution de la fréquence cardiaque et l'amélioration de l'état d'hydratation apparaissent comme les critères les plus fréquemment observés. Les comportements des chevaux au cours de la perfusion semblent altérés du fait du stress probable lié à la perfusion ; la prise alimentaire et la prise de boisson spontanées sont fréquemment compromises, ce qui est susceptible affecter la récupération. Enfin, les tremblements se révèlent être l'effet secondaire le plus fréquemment observé (pour 38% des vétérinaires), même si d'autres complications vasculaires (hématome, phlébite ...) sont reconnues comme pouvant survenir.

2. Questionnaire à destination des cavaliers propriétaires et entraîneurs :

a. Profil des répondants et pratiques générales

i. Analyse descriptive

Nous avons obtenu 105 réponses avec davantage de réponse d'acteurs impliqués dans l'endurance (90%) que dans le complet (10%) (**figure 70**).

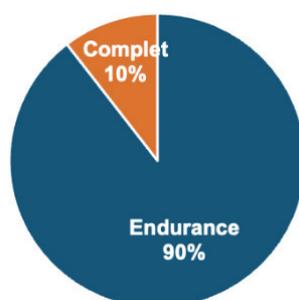


Figure 70 : Répartition des répondants en fonction de la discipline

Pour déterminer le profil des répondants et les pratiques générales, nous allons étudier :

- Le niveau de connaissance du règlement FEI (questions 15 et 16),
- La fréquence d'utilisation de la perfusion (questions 3, 4 et 5),
- Le niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée (question 2)
- Produits utilisés dans la perfusion à l'entraînement (question 5)
- Le niveau d'acceptabilité des perfusions aux yeux du public (question 14)

→ Niveau de connaissance de la réglementation FEI

Pour évaluer le niveau de connaissance de la réglementation FEI sur les perfusions des répondants, nous avons posé les questions 15 et 16. Les questions portaient sur le délai de perfusion autorisé avant (question 15) et après (question 16) une compétition. Le règlement FEI précise qu'aucun cheval ne doit recevoir de perfusion le jour de la compétition et dans les 8h avant la première inspection vétérinaire dans la discipline de l'endurance. Nous avons donc accepté, pour la question 15 toutes les réponses mentionnant un délai de 24h, d'une journée, ou de 8h quel que soit le format d'écriture. Par exemple nous acceptons les réponses de type « une journée », « 24h », « 8 heures ... Pour la question 16 nous avons accepté les mêmes réponses en excluant le délai de huit heures. Nous avons synthétisé les résultats par une variable qualitative : « règlement » à deux valeurs : « succès » ou « échec ». Nous avons créé une variable « règlement » pouvant prendre la valeur « succès » ou « échec ». Si le répondant donne une réponse juste à l'une de deux questions ou aux deux questions 15 et 16 alors nous lui attribuons la valeur « succès » et nous considérons sa connaissance du règlement comme étant satisfaisante. Si le répondant à faux aux deux questions, nous lui attribuons la valeur « échec ». Nous rappelons qu'il est mentionné que nos questions portent uniquement sur des chevaux sains. Nous avons donc refusé les réponses tel que « sans délais si le cheval en a besoin ». Nos résultats montrent que le niveau de connaissance du règlement FEI en matière de perfusion est très hétérogène et incomplète parmi cette population avec 42% de succès et 58% d'échec (**figure 71**).

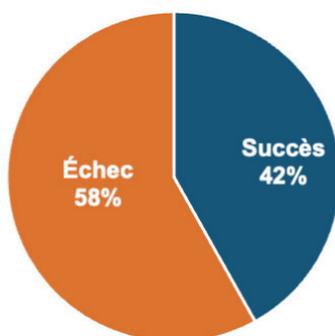


Figure 71 : Répartition des réponses de répondants, avec « succès » équivalent à au moins une réponse juste sur les questions de réglementation de la perfusion

→ Fréquence de perfusion

Pour évaluer la fréquence de perfusion, nous avons mis en place une nouvelle variable qualitative « fréquence » intégrant les réponses à plusieurs questions (questions 3, 4 et 5). Lorsque le répondant précisait qu'il avait recours à la perfusion dans plus de 50% des compétitions (11% des répondants à la question 3 et 13% des répondants à la question 4) et/ou qu'il utilisait la perfusion à l'entraînement (3% des répondants à la question 5), nous attribuons la valeur « fréquemment » et nous considérons qu'il utilise fréquemment la perfusion. Lorsque le participant répondait « non » aux deux questions, nous lui attribuons la valeur « rarement » et nous considérons qu'il utilise rarement la perfusion. Les résultats mettent en évidence qu'une très large majorité des répondants utilisent la perfusion « rarement » (86%) (**figure 72**).

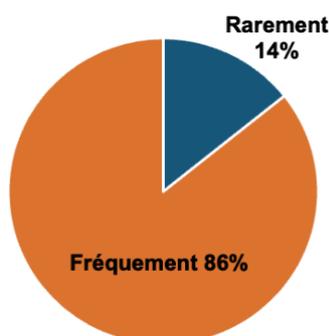


Figure 72 : Représentation graphique de la fréquence (rarement ou fréquemment) d'utilisation de la perfusion des répondants

→ Niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée

Le niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée faisait l'objet de la question 2 dont les résultats sont présentés dans la **figure 73**. Le seuil prédominant (47%) où les cavaliers ont recours aux perfusions pour leur cheval correspond aux épreuves deux étoiles. Il convient de noter que 1/5 des cavaliers démarrent quand même les perfusions dès les épreuves une étoile (**figure 73**).

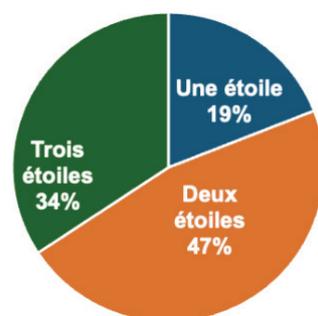


Figure 73 : Représentation graphique du niveau de compétition à partir duquel la perfusion est utilisée

→ Produits utilisés dans la perfusion à l'entraînement

Parmi les trois répondants utilisant la perfusion à l'entraînement (question 5a), un seul mentionne faire usage d'AINS (Finadyne ND) sans préciser le contexte. Un autre mentionne l'usage d'Ornipural ND, d'Aminomax ND (un mélange d'acides aminés, d'électrolytes et de sorbitol) et de Metabolase ND (un médicament vétérinaire non disponible en France indiqué en complément des traitements de troubles toxiques et métaboliques associé à un dysfonctionnement hépatique, administré par voie intra-musculaire, est composé d'acetylméthionine, de L-carnitine et de cyanocobalamine). Enfin le dernier répondant précise qu'il ajoute du Méthio B12 ND aux perfusions lors des myosites uniquement.

→ Acceptabilité de la perfusion par le public

La question 14 interrogeait les participants sur l'acceptabilité de la perfusion par le public. Nous rappelons le caractère invasif et le stress possiblement induit par cette procédure dans l'énoncé de la

question. Les résultats montrent des résultats contrastés avec : une proportion non négligeable et supérieure au tiers des participants (38%) qui pensent que la perfusion n'est pas acceptable aux yeux du public, alors que 30% pensent qu'elle est acceptée par le public et que 32% en sont incertains (**figure 74**).

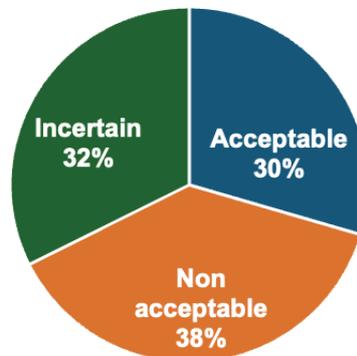


Figure 74 : Représentation graphique du l'acceptabilité de la perfusion par le public selon les participants

ii. Influence de la discipline sur le niveau à partir duquel la perfusion est utilisée

Nous avons étudié l'influence de la discipline (endurance ou complet) sur le niveau d'épreuve à partir duquel les répondants ont recours à la perfusion. Pour l'analyse de ces variables qualitatives d'une série de donnée indépendantes, nous avons réalisés le test du χ^2 d'indépendance à partir de la table de contingence. En endurance 70% des répondants jugent que la perfusion est utile dès les épreuves d'une ou deux étoiles alors que 90% des répondants impliqués dans la discipline du complet jugent qu'elle est nécessaire à partir de trois étoiles. Le niveau de compétition à partir duquel la perfusion est jugée nécessaire par les répondants est donc très différent pour les acteurs de l'endurance et du complet ($p < 0,0002$) (**figure 75**).



Figure 75 : Diagramme en barre (R plot) du niveau de compétition (une deux ou trois étoiles) où les participants ont eu recours à la perfusion en complet et en endurance

iii. Relations entre les autres variables

Nous avons analysé la corrélation entre toutes les variables identifiées pour caractériser le profil des répondants, à savoir :

- Discipline
- Règlement
- Fréquence
- Niveau
- Acceptabilité

Nous avons choisi de ne pas étudier les corrélations potentielles avec l'utilisation de produits dans les perfusions à l'entraînement compte tenu du faible taux de réponse observé (3).

Par ailleurs, l'analyse avec le test du χ^2 d'indépendance à partir des tables de contingences ne montrent pas de corrélations entre les autres variables.

b. Motivations pour l'utilisation de perfusions

i. Analyse descriptive

Pour déterminer les motivations d'une demande de perfusion, nous allons étudier les éléments suivants :

- Le caractère systématique de la perfusion (question 6)
- Le contexte d'utilisation (question 7)
- Les critères cliniques (questions 8)
- L'utilisation d'outils (cardiofréquencemètre, thermomètre...) (question 9)
- Le volume souhaité (question 13)

→Caractère systématique de la perfusion

Nous souhaitons déterminer si les participants utilisent la perfusion de façon systématique chez tous leurs chevaux ou si cette pratique est adaptée au cas par cas, en fonction des besoins spécifiques de chaque cheval ou de facteurs extérieurs. La question 6 indique 70% d'utilisation « spécifique », 16% « identique » et 14% « autre ». Nous avons utilisé la variable « systématique ». Nous attribuons la valeur « identique » lorsque les participants utilisent la perfusion sur tous leurs chevaux de la même façon et « spécifique » lorsque les participants ne perfusent pas tous leurs chevaux de la même façon. Nos résultats montrent qu'une majorité (83%) des répondants utilisent la perfusion de façon spécifique (**figure 76**).

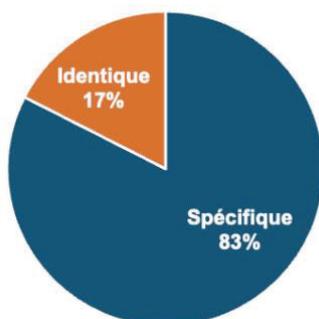


Figure 76 : Représentation graphique du caractère systématique de la perfusion

→ Contexte d'utilisation

La question 7 vise à identifier les situations dans lesquelles la perfusion s'avère la plus pertinente (**figure 77**). Il était demandé aux participants de choisir deux propositions parmi les proposées. Nous avons reçu également 7 réponses supplémentaires

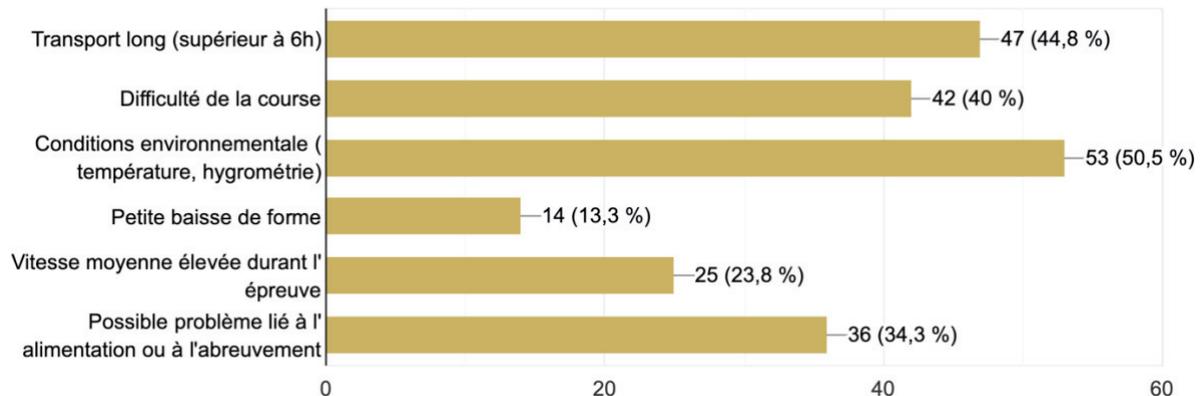


Figure 77 : Représentation graphique des situations dans lesquelles la perfusion s'avère la plus pertinente.

Pour les participants les trois principales situations où la perfusion est la plus utile sont :

- Les conditions environnementales (51%),
- Un transport long, supérieur à 6h (45%),
- La difficulté de la course (40%).

Pour analyser ces résultats, nous utiliserons la variable « contexte » pouvant prendre les valeurs « course » ; « cheval » et « externe ».

- Nous attribuons la valeur « course » lorsque la réponse était en lien avec la course : « Difficulté de la course » ou « Vitesse moyenne élevée durant l'épreuve ».
- Nous attribuons la valeur « cheval » lorsque la réponse était en lien avec des observations sur le cheval : « Possible problème lié à l'alimentation ou à l'abreuvement » et « Petite baisse de forme »
- Nous attribuons la valeur « externe » lorsque la réponse était en lien avec un facteur extérieur au cheval et à la course : « transport long supérieur à 6h » et « conditions environnementale ».

Nos résultats indiquent qu'une majorité de participants se fonde sur des critères externes liés au transport ou l'environnement et non à une baisse de forme de leur cheval durant l'épreuve (rappelons ici que les chevaux concernés dans cette étude ont performés avec succès) (**figure 78**).

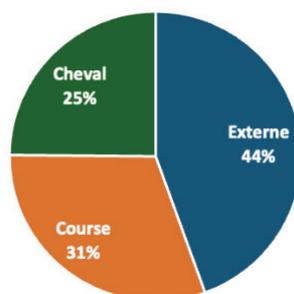


Figure 78 : Représentation graphique du contexte d'utilisation de la perfusion

→ Critères cliniques

Les critères cliniques (directement observable sur le cheval) les plus évocateurs d'un besoin de perfusion sont abordés dans la question 8. Nous utiliserons la variable « clinique » en lui attribuant trois valeurs : « généraux » ; « spécifique » ; « autre ». Lorsque les réponses sont en lien avec la prise alimentaire, la prise de boisson, l'état général et l'état d'hydratation, nous attribuons la valeur « généraux ». A l'inverse lorsque la réponse est en lien avec l'appareil cardiaque, respiratoire ou musculaire, nous attribuons la valeur « spécifique ». Quand la réponse est en lien avec aucun de ces systèmes (par exemple lorsque le système locomoteur est évoqué), nous attribuons la valeur « autre ». Les critères généraux notamment reflétant l'état d'hydratation sont les plus utilisés (72%) par les participants (**figure 79**).

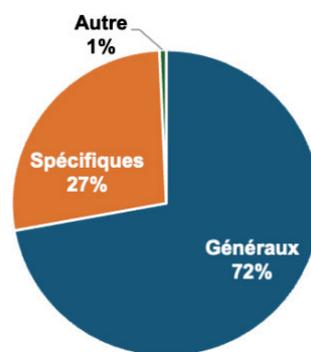


Figure 79 : Représentation graphique des critères cliniques associés à l'utilisation de la perfusion

→ Utilisation de paramètres mesurables

La question 9 portait sur la réalisation de mesures (température, prise de sang, fréquence cardiaque) avant de demander une perfusion. Nous avons utilisé la variable « mesure » pour analyser les résultats. En fonction de la mesure réalisée, nous avons attribué la valeur « cardiaque » (par exemple pour l'utilisation de stéthoscope ou cardiofréquencemètre), « température » (lors d'utilisation du thermomètre), et « prise de sang » si une prise de sang est réalisée avant de perfuser. Nous attribuons la valeur « autre » pour les cas non cités précédemment (par exemple l'utilisation d'applications connectées) et « aucun » si aucune mesure n'est effectuée. Il apparaît que les paramètres cardiaques sont les plus mesurés (45%) avant de demander une perfusion (**figure 80**).

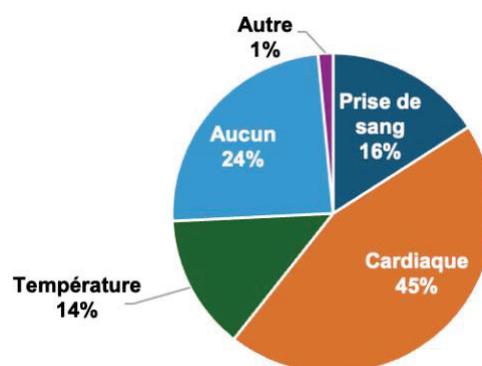


Figure 80 : Représentation graphique des paramètres mesurés associé à l'utilisation de la perfusion

→ Quantité de fluide souhaité

La question 13 permet de recueillir des informations sur la quantité de perfusion que le répondant juge appropriée pour le cheval. Les résultats (**figure 81**) montrent que pour la plupart des cas (55%) un volume de 10 à 20L de fluides est demandé.

Une proportion non négligeable (40%) de cavaliers sollicite une perfusion de moins de 10 litres, valeur au-dessous de laquelle les perfusions ne sont pas autorisées réglementairement.

Les autres réponses représentent moins de 5% des cas.

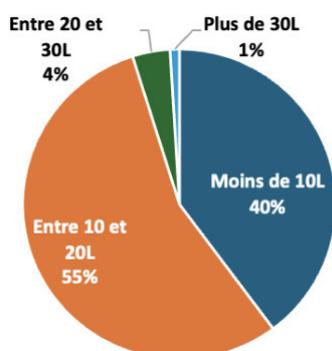


Figure 81 : Représentation graphique de la quantité de fluide souhaité par les participants

Les disciplines influencent les critères utilisés pour juger de la pertinence d'une perfusion. Les cavaliers d'endurance citent plus fréquemment des signes pertinents tels une mauvaise récupération cardiaque ou des atteintes respiratoires, alors que les cavaliers de concours complet se concentrent davantage sur des critères liés à l'état général ou à l'hydratation (pli de peau, crottins).

ii. Corrélation entre le caractère systématique de la perfusion et l'utilisation de mesures physiques

Nous avons analysé les variables quantitatives « systématique » et « mesures » avec le test du χ^2 d'indépendance. Il ressort de façon significative ($p < 0.03$) que les participants qui utilisent la perfusion de façon systématique sur les chevaux ont tendance à ne pas utiliser de mesures objectives par rapport à ceux qui utilisent la perfusion de façon spécifique sur certains individus préférentiellement sur la base de paramètres cardiaques.

iii. Relations entre les autres variables

Nous avons analysé la corrélation entre toutes les variables identifiées pour caractériser le profil des répondants, à savoir :

- Systématique
- Contexte
- Clinique
- Mesures

- Quantité

L'analyse avec le test du χ^2 d'indépendance à partir des tables de contingences ne montrent pas de corrélations entre les autres variables.

c. Bénéfices souhaités de la perfusion

i. Analyse descriptive

La question 12 vise à recueillir les principaux bénéfices attendus par les participants à la suite d'une perfusion. Ils avaient la possibilité de choisir une ou deux réponses et avaient la possibilité d'écrire un commentaire si aucune des réponses proposées ne correspondait. Nous avons créé deux variables « critère 1 » et « critère 2 » correspondant aux deux bénéfices choisis par les participants. Les variables peuvent prendre les valeurs suivantes :

- « État général » : si la réponse était une amélioration de l'état général ;
- « Fréquence cardiaque » : si la réponse était une diminution de la fréquence cardiaque ;
- « Urine » si la réponse était la production d'urine ;
- « Musculaire » si la réponse était en lien avec l'appareil musculaire ;
- « Toxine » si la réponse indiquait une élimination de toxine ;
- « Aucun » si la réponse indiquait l'attente d'aucun bénéfice après une perfusion.

Les résultats mettent en évidence que les deux bénéfices les plus attendus sont une amélioration de l'état général (48%) et l'apparition de miction (30%) après une perfusion (figure 82).

Il est à noter qu'alors que les vétérinaires se fient préférentiellement à la fréquence cardiaque, les cavaliers s'attachent à la miction de leur cheval pour évaluer le bénéfice de la perfusion.

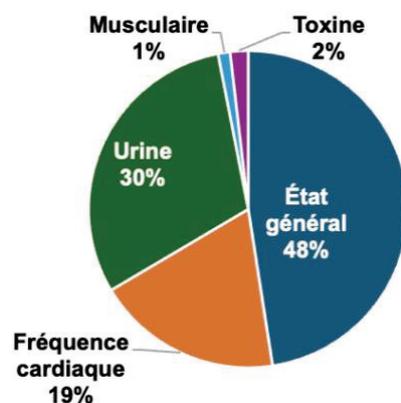


Figure 82 : Représentation graphique des bénéfices attendus après une perfusion

ii. Corrélation entre les critères :

Une de nos hypothèses était que les répondants choisissant le critère en lien avec la miction s'attendent à une diminution de la fréquence cardiaque. Nous avons mis en évidence cette tendance bien qu'elle soit non significative ($p=0,06$) par analyse au test du χ^2 d'indépendance.

d. Pratiques d'alimentation en compétition

i. Analyse descriptive

Notre objectif était d'estimer si l'alimentation était une source d'hydratation et si elle était complétée en électrolytes. Nous avons utilisé les critères suivants :

- La présence d'eau dans l'alimentation (question 10) ;
- Supplémentation en électrolytes (question 11).

→ Hydratation par l'aliment :

La présence d'eau dans l'aliment est étudiée par la variable « Hydratation » pouvant prendre la valeur « Hydraté » si les aliments apportaient également de l'eau (foin mouillé, granulés réhydratés, mash, soupe ...) et « Non hydraté » si les aliments étaient sec (foin, granulés ...). L'analyse des données révèle qu'une majorité des participants (80%) utilisent au moins un aliment hydraté dans la ration du cheval en compétition (**figure 83**).

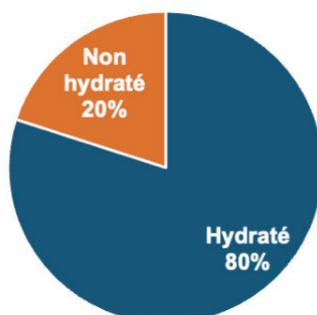


Figure 83 : Représentation graphique de l'utilisation d'aliment hydraté

→ Supplémentation en électrolytes :

La supplémentation en électrolytes est étudiée avec la variable « Électrolytes » pouvant prendre la valeur « supplémenté » ou « non supplémenté ». La majorité des participants (58%) déclarent supplémenter l'alimentation en électrolytes (**figure 84**). Les données mettent en évidence que 100% des supplémentations en électrolytes se font par voie orale, sous la forme de pierre à sel ou seringues, aucun répondant n'a mentionné ajouter d'électrolytes directement dans l'eau de boisson.

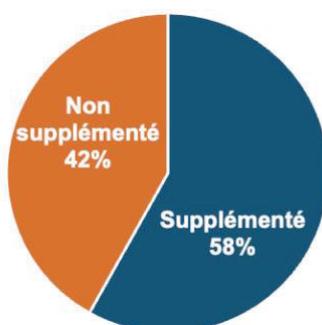


Figure 84 : Représentation graphique de la supplémentation en électrolytes

ii. Corrélation entre hydratation et supplémentation :

Une de nos hypothèses était que les répondants ayant recours à la supplémentation en électrolytes utilisaient une alimentation hydratée. Nous avons mis en évidence cette tendance bien qu'elle soit non significative ($p=0,06$) par analyse au test du χ^2 d'indépendance.

CE QU'IL FAUT RETENIR :

L'analyse descriptive des 105 résultats met en évidence une surreprésentation des acteurs de l'endurance parmi les répondants dans notre étude (90%). Le niveau de connaissance du règlement FEI en matière de perfusion est considéré comme moyen et partiel (42% ont répondu correctement à au moins UNE question de réglementation). L'utilisation de la perfusion est fréquente pour 86% des répondants, alors que seulement 30% considèrent qu'il s'agit d'un acte acceptable aux yeux du public. La plupart (47%) des participants ont recours à l'utilisation de la perfusion à partir du niveau deux étoiles, même si 20% des cavaliers y recourent dès la une étoile. L'ajout de produits dans les perfusions s'est révélé anecdotique (3 réponses). Soulignons qu'un participant mentionne l'utilisation d'AINS en perfusion au cours des phases d'entraînements.

Nous avons montré que le niveau de compétition à partir duquel la perfusion est jugée utile est différent pour les acteurs du complet et de l'endurance ($p<0,002$). En endurance, elle est utilisée à 70% à partir des épreuves deux étoiles alors que les acteurs du complet (90% des répondants sollicités) l'utilisent à partir du niveau trois étoiles. Il peut s'agir ici d'un biais de recrutement ou d'une véritable tendance.

L'acte de perfuser est pratiqué plutôt de façon spécifique – c'est-à-dire après évaluation clinique – pour 83% des répondants. Cela signifie que pour 17% des répondants, la perfusion est systématique sur les chevaux indépendamment de leur examen clinique. La majorité des participants s'attendent généralement à l'administration d'un volume de perfusion compris entre 10 et 20 litres (53%). Les critères les plus utilisés sont externes (transport long, conditions climatiques) au cheval et à la course. Les critères cliniques les plus utilisés pour déterminer le besoin de perfusion sont généraux en lien avec l'état de forme global et l'état d'hydratation (72%). Lorsque des mesures sont effectués, la fréquence cardiaque est la plus utilisée pour la prise de décision de perfuser (45%).

Les participants qui utilisent la perfusion de façon systématique sur les chevaux ont une tendance significative à ne pas utiliser de mesures (type fréquence cardiaque) par rapport à ceux utilisant la perfusion de façon spécifique sur certains chevaux ($p<0,03$).

Pour les cavaliers, les bénéfices attendus d'une perfusion sont l'amélioration de l'état général (48%) et la production d'urine (30%).

III. Discussion conclusive

1. Réponses aux objectifs de l'étude

a. Questionnaire à destination des vétérinaires

L'objectif du questionnaire était de déterminer les critères de décisions des vétérinaires pour perfuser des chevaux « apparemment sain » c'est-à-dire non éliminé pour raison métabolique et de connaître les modalités pratiques de réalisation pratique de la perfusion. L'analyse des données révèle que les critères « extérieurs » au cheval pris en compte sont liés aux conditions climatiques, au transport long (supérieur à six heures) et à la difficulté de l'épreuve. Ces observations corroborent les données de la littérature, et rejoignent les observations de D.Marlin et ses collaborateurs (Marlin et al., 1999) ont montré la nécessité d'une période d'adaptation (d'au moins 15 jours) avant de courir dans des zones chaudes et humides.

Nous soutenons l'idée selon laquelle les facteurs de prédisposition à la déshydratation (tel qu'une condition climatique chaude et humide, un long transport ou encore la difficulté de l'épreuve) doivent être pris en compte par les vétérinaires et être mis en relation avec l'examen clinique individuel de chaque cheval avant toute décision de perfusion. En d'autres termes, la seule présence d'un transport prolongé ou de conditions climatiques chaudes et humides ne semblent pas constituer un facteur suffisamment déterminant pour décider de perfuser plutôt que de laisser le cheval s'hydrater spontanément sur le site de l'épreuve, durant les 8h précédant ou suivant la compétition même si elles rentrent légitimement en compte dans les choix des praticiens.

Les vétérinaires soulignent l'importance de la requête du cavalier, propriétaire et entraîneur. En effet pour 14% des vétérinaires interrogés la demande de l'équipe entourant le cheval constitue l'un des deux principaux critères de décision. La prise en compte de l'avis de l'équipe nous paraît essentiel au sens où ils sont capables de détecter des changements très subtiles de leur cheval qu'un simple examen clinique ne pourrait mettre en évidence. Pour autant, compte tenu de la tendance nette à systématiser la perfusion pour 20% des cavaliers, il est possible que chez une proportion plus large d'équipes, le besoin ne soit justifié ni par les conditions climatiques, les conditions de transport, l'état clinique du cheval ou tout autre élément de contexte.

Cette situation place le vétérinaire face à un dilemme éthique, tel que nous l'avons précédemment exposé (*cf Partie I, II. De l'évolution du statut des animaux à la nécessité d'une éthique du sport, 2. Pratique éthique de la médecine des chevaux de sport*), entre le choix de privilégier le bien-être animal en évitant les effets péjoratifs voire potentiellement indésirables d'une perfusion, et la nécessité de répondre aux attentes du client qui estime que son cheval requiert une telle intervention. Nous pensons qu'une réglementation de ces perfusions de récupération que beaucoup appellent abusivement perfusions « de confort » permettrait de renforcer le bien-être animal et de limiter leur utilisation aux situations où elles sont réellement nécessaires, à l'instar de ce qui se pratique en médecine humaine depuis les années 2000. La FEI semble travailler en ce sens puisqu'elle intègre dans son nouveau règlement 2025 l'interdiction de perfusion complémentées en minéraux, vitamines ou acides aminés (FEI 2025). De plus, une démarche d'harmonisation visant à aligner le règlement national sur le règlement international, comme cela a été réalisé en médecine humaine nous semble bénéfique.

La mise en œuvre pratique des perfusions, bien que variable entre les vétérinaires, semble efficace et correctement réalisée malgré les contraintes du terrain. En effet, le faible nombre d'effets secondaires observés par les vétérinaires témoigne de leur capacité à établir une voie veineuse dans des conditions particulièrement difficiles, compte tenu de l'agitation des chevaux, de la présence du public et du stress inhérent à la compétition. Enfin, bien que les effets secondaires graves ne soient que rarement

observés, Leur éventualité doit inciter les praticiens à une évaluation constante du rapport bénéfice-risque.

b. Questionnaire à destination des cavaliers, propriétaires et entraîneurs

Le questionnaire adressé aux cavaliers, propriétaires et entraîneurs (n = 105) avait pour objectif de déterminer leurs pratiques et perceptions relatives concernant l'usage de la perfusion chez le cheval de compétition. L'analyse des réponses révèle que l'échantillon est fortement orienté vers l'endurance (90 % des répondants). Bien que 86 % déclarent recourir régulièrement à la perfusion, seulement 30 % considèrent cet acte comme conforme aux attentes du public, ce qui témoigne d'une certaine ambivalence. Par ailleurs, la maîtrise du règlement FEI semble limitée puisque seuls 42 % des répondants apportent des réponses conformes aux règlements en vigueur.

La majorité des acteurs (47 %) initie la pratique dès le niveau deux étoiles, avec une différence marquée entre disciplines : en endurance, 70 % emploient la perfusion dès ce palier (et 20% dès la une étoile), alors qu'en concours complet, 90 % attendent le niveau trois étoiles ($p < 0,002$). Cette observation peut constituer une vraie différence de pratique ou également refléter un biais dans l'échantillonnage avec un groupe de cavaliers de concours complet répondants représentant surtout le haut niveau. Dans 83 % des cas, l'acte est décidé de manière spécifique, précédé d'une évaluation clinique, tandis qu'un nombre plus faible mais non négligeable (17 %) procèdent de façon systématique, sans examen préalable.

Concernant les modalités, 53 % des participants optent pour une administration comprise entre 10 et 20 L. Les décisions de perfusion reposent essentiellement sur des facteurs externes – tels que la durée du transport et des conditions climatiques défavorables – complétés par des critères cliniques généraux liés à l'état de forme et d'hydratation (72 %).

Lorsque des mesures objectives sont effectuées, la fréquence cardiaque est le paramètre le plus sollicité (45 %), cette approche étant moins présente chez ceux recourant à une perfusion systématique ($p < 0,03$). Enfin, les bénéfices attendus se concentrent sur l'amélioration de l'état général (48 %) et sur une augmentation de la production d'urine (30 %).

2. Limite de l'étude

a. Biais de sélection

Les répondants sont majoritairement issus de la discipline de l'endurance (90 % parmi les cavaliers et 77 % chez les vétérinaires), entraînant une représentation disproportionnée de cette discipline par rapport au concours complet. Cette surreprésentation limite la possibilité de généraliser les résultats à l'ensemble des disciplines équestres. De plus, le nombre de vétérinaires répondants semble peu important (n=35) ce qui limite la puissance statistique et affecte la robustesse des conclusions : il faut cependant noter que le nombre de vétérinaires traitant à un niveau de compétition internationale est limité, sur le sol national comme à l'international. Le chiffre de 35 est donc assez satisfaisant.

b. Biais de non-réponse

Certaines questions du questionnaire ont reçu peu de réponses (par exemple, seulement trois répondants ont mentionné l'utilisation de produits spécifiques lors des perfusions à l'entraînement). Cette faible participation à certains points engendre un déséquilibre dans les données recueillies et peut occulter ou sous-estimer des tendances significatives.

c. Biais de déclaration

Malgré leur caractère anonyme, les réponses fournies peuvent être influencées par le désir des participants de se conformer à des normes socialement acceptables, surtout lorsqu'il s'agit de sujets sensibles, tels que l'utilisation de substances non autorisée. Le cadre réglementaire et les enjeux éthiques, comme les règles de la FEI et l'acceptabilité publique, peuvent pousser les répondants à minimiser certains comportements ou à ne pas les rapporter fidèlement.

d. Biais de compréhension

Les différences d'interprétation des questions (notamment celles portant sur les délais de perfusion autorisés par les règlements FEI) peuvent entraîner des erreurs de réponse et influencer la qualité des résultats obtenus, en particulier lorsqu'il s'agit d'évaluer le niveau de connaissances des répondants sur la réglementation.

CONCLUSION

La pratique sportive de haut niveau nécessite un accompagnement médical sérieux. La fluidothérapie intraveineuse, en tant qu'acte vétérinaire s'inscrit dans le suivi du cheval de sport. L'analyse des pratiques sur le terrain nous a confirmé l'utilisation de cet acte en tant qu'outil de récupération. Notre travail n'a pas permis de mettre en évidence l'intérêt de la fluidothérapie intraveineuse dans le cadre de la récupération sportive. Les effets « bénéfiques » parfois rapportés par les vétérinaires, cavaliers, propriétaires ou entraîneurs de chevaux, n'ont pas été démontrés chez les chevaux sains ayant terminé un effort. Alors qu'en médecine humaine l'administration intraveineuse à des fins de récupération est formellement interdit depuis 10 ans, cette pratique est tolérée dans le milieu équestre.

Cet acte en apparence « anodin », couramment appelé « petite perf », « perf de récup » ou encore « perf de confort » sur les terrains de concours est un acte médical sous la responsabilité du vétérinaire qui le pratique. Face à un client souhaitant une perfusion pour un cheval sans pathologies avérées, le vétérinaire se trouve confronté à un dilemme éthique complexe. Doit-il céder aux exigences du client en agissant à l'encontre de ses convictions professionnelles ? Doit-il s'opposer au désir de son client au risque de nuire à sa réputation et à son activité économique ?

L'approche principiste de Beauchamp et Childress utilisée en médecine du sport pour l'athlète humain décrit quatre principes : autonomie, justice, bienfaisance, non malfaisance. La compréhension et la mise en application du principisme offre des éléments de réponses aux problèmes éthiques. Compte tenu de l'absence de preuves scientifiques solides quant à l'efficacité de la fluidothérapie pour la récupération, il semble légitime de préconiser l'interdiction de cette pratique. Le règlement FEI, qui intègre cette interdiction à compter du 1^{er} janvier 2025, témoigne d'une volonté de pratiques plus responsables et cohérentes avec les standards humains. Il serait souhaitable que cette harmonisation réglementaire s'étende à tous les niveaux de compétition, afin de garantir une équité et une protection uniformes au sein du milieu équestre.

Les résultats des enquêtes menées auprès des cavaliers, propriétaires et entraîneurs (n = 105) révèlent que, bien que 86 % d'entre eux recourent régulièrement à la perfusion, seuls 30 % estiment que cet acte est acceptable aux yeux du public. La connaissance du règlement FEI est par ailleurs limitée (42 % de réponses correctes), et près de la moitié des professionnels applique cette pratique de perfusion systématique dès le niveau deux étoiles. Même si 83 % des répondants demandent à leur vétérinaire une évaluation clinique préalable, 17 % l'emploient de manière systématique, sans se baser sur mesures objectives. Seulement 45 % utilisent la fréquence cardiaque pour guider leur décision. Les bénéfices attendus se résument principalement à une amélioration de l'état général (48 %) et à une augmentation de la production d'urine (30 %).

Du côté des vétérinaires (n = 35), les pratiques divergent selon la discipline. Dans l'endurance, qui représente 77 % des réponses, la fluidothérapie est instaurée dès le niveau une étoile, tandis qu'en concours complet, elle n'intervient qu'à partir du niveau trois étoiles. Les conditions climatiques et les contraintes liées au transport influencent fortement leur décision de perfusion. De plus, 74 % des vétérinaires ne réalisent pas systématiquement de prise de sang préalable, et la récupération cardiaque constitue le critère principal dans 60 % des cas. La plupart administrent entre 10 et 20 L sur environ une heure, avec l'ajout d'éléments thérapeutiques (principalement vitamines et acides aminés) limité à 25 % des cas.

Une harmonisation des réglementations – à l'image de celles appliquées en médecine humaine – permettrait de garantir à la fois le bien-être des chevaux qui reçoivent ces traitements répétés et l'intégrité des pratiques sportives. Il apparaît que, malgré les éclairages apportés par ce travail, nombre de questions restent en suspens et invitent à poursuivre la réflexion sur les pratiques en compétition. L'avenir reposera sur une collaboration étroite entre chercheurs, vétérinaires, instances anti-dopage et professionnels de la filière pour concilier performance et bien-être animal. Ce défi ouvert appelle à une vigilance et une adaptation constante de nos pratiques

BIBLIOGRAPHIE

- Académie Vétérinaire de France. (2007, juin 21). *Rapport sur l'utilisation du néologisme « bientraitance » à propos de la protection des animaux.*
- Algafly, A. A., & George, K. P. (2007). The effect of cryotherapy on nerve conduction velocity, pain threshold and pain tolerance. *British Journal of Sports Medicine, 41*(6), 365-369;
- Alghannam, A. F., Jedrzejewski, D., Tweddle, M. G., Gribble, H., Bilzon, J., Thompson, D., Tsintzas, K., & Betts, J. A. (2016). Impact of Muscle Glycogen Availability on the Capacity for Repeated Exercise in Man. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 48*(1), 123-131.
<https://doi.org/10.1249/MSS.0000000000000737>
- Allende-Vigo, M. Z. (2007). The use of biochemical markers of bone turnover in osteoporosis. *Puerto Rico Health Sciences Journal, 26*(2), 91-95.
- Améliorer sa récupération en sport. (2013). In C. Hauswirth (Éd.), *Améliorer sa récupération en sport*. INSEP-Éditions. <https://books.openedition.org/insep/1320>
- Anderson, L. C., & Gerrard, D. F. (2005). Ethical issues concerning New Zealand sports doctors. *Journal of Medical Ethics, 31*(2), 88-92. <https://doi.org/10.1136/jme.2002.000836>
- Arndt, K. A., Noe, J. M., Northam, D. B., & Itzkan, I. (1981). Laser therapy. Basic concepts and nomenclature. *Journal of the American Academy of Dermatology, 5*(6), 649-654.
[https://doi.org/10.1016/s0190-9622\(81\)70125-7](https://doi.org/10.1016/s0190-9622(81)70125-7)
- Axel Kahn. (2022). *Le Sport a-t-il une valeur morale universelle ?* (1-1). Homo Ludens.
- Bailey, S. R., Eid, A. H., Mitra, S., Flavahan, S., & Flavahan, N. A. (2004). Rho kinase mediates cold-induced constriction of cutaneous arteries : Role of alpha2C-adrenoceptor translocation. *Circulation Research, 94*(10), 1367-1374.
<https://doi.org/10.1161/01.RES.0000128407.45014.58>
- Basset, P., Basset, B., Blondel, R., & Hayon, J. (2013). *La médicalisation des évènements sportifs*.
- Beauchamp, T. L., & Childress, J. F. (1994). *Principles of biomedical ethics* (4th ed). Oxford University

Press.

- Bleakley, C. M., Glasgow, P., & MacAuley, D. C. (2012). PRICE needs updating, should we call the POLICE? *British Journal of Sports Medicine*, 46(4), 220-221. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2011-090297>
- Campbell, M. (2012). Ethical Analysis of the Use Of Animals for Sport. In C. M. Wathes, S. A. Corr, S. A. May, S. P. McCulloch, & M. C. Whiting (Éds.), *Veterinary & Animal Ethics* (p. 201-215). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1002/9781118384282.ch14>
- Campbell, M. L. H. (2013). The role of veterinarians in equestrian sport : A comparative review of ethical issues surrounding human and equine sports medicine. *The Veterinary Journal*, 197(3), 535-540. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2013.05.021>
- Cartee, G. D. (2015). Mechanisms for greater insulin-stimulated glucose uptake in normal and insulin-resistant skeletal muscle after acute exercise. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 309(12), E949-959. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00416.2015>
- Casa, D. J., DeMartini, J. K., Bergeron, M. F., Csillan, D., Eichner, E. R., Lopez, R. M., Ferrara, M. S., Miller, K. C., O'Connor, F., Sawka, M. N., & Yeargin, S. W. (2015). National Athletic Trainers' Association Position Statement : Exertional Heat Illnesses. *Journal of Athletic Training*, 50(9), 986-1000. <https://doi.org/10.4085/1062-6050-50.9.07>
- Catterall, J. B., Stabler, T. V., Flannery, C. R., & Kraus, V. B. (2010). Changes in serum and synovial fluid biomarkers after acute injury (NCT00332254). *Arthritis Research & Therapy*, 12(6), R229. <https://doi.org/10.1186/ar3216>
- Christmann, U., & MC, D.-T. (2011). Les urgences médicales du cheval de Concours Complet 'Medical emergencies in the 3 day event horse'. *Pratique Vet*, 123-131.
- Church, J. B., Wiggins, M. S., Moode, F. M., & Crist, R. (2001). Effect of warm-up and flexibility treatments on vertical jump performance. *Journal of Strength and Conditioning Research*, 15(3), 332-336.
- Clarkson, P. M., & Hubal, M. J. (2002). Exercise-induced muscle damage in humans. *American Journal*

- of Physical Medicine & Rehabilitation*, 81(11 Suppl), S52-69.
<https://doi.org/10.1097/00002060-200211001-00007>
- Comte-Sponville, A. (1996). Sur les droits des animaux. *Bulletin de l'académie vétérinaire de France*, 149(4), 427-434.
- Costill, D. L., Pascoe, D. D., Fink, W. J., Robergs, R. A., Barr, S. I., & Pearson, D. (1990). Impaired muscle glycogen resynthesis after eccentric exercise. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 69(1), 46-50. <https://doi.org/10.1152/jappl.1990.69.1.46>
- Dahl, S., Cotrel, C., & Leleu, C. (2006). Optimal active recovery intensity in Standardbreds after submaximal work. *Equine Veterinary Journal*, 38(S36), 102-105.
<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2006.tb05522.x>
- David, & Hodgson. (2014). *The Athletic Horse*. The Athletic Horse. <https://www.theathletichorse.com>
- Davie, A. J., Evans, D. L., Hodgson, D. R., & Rose, R. J. (1995). Effects of intravenous dextrose infusion on muscle glycogen resynthesis after intense exercise. *Equine Veterinary Journal*, 27(S18), 195-198. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1995.tb04918.x>
- de Jesus, J. F., Spadacci-Morena, D. D., Rabelo, N. D. dos A., Pinfildi, C. E., Fukuda, T. Y., & Plapler, H. (2014). Low-level laser therapy on tissue repair of partially injured achilles tendon in rats. *Photomedicine and Laser Surgery*, 32(6), 345-350. <https://doi.org/10.1089/pho.2013.3694>
- Demarais, Y., & Benchortane, M. (2013). Chapitre 18. Récupération et appareil locomoteur chez le sportif de haut niveau. In C. Hauswirth (Éd.), *Améliorer sa récupération en sport* (p. 333-339). INSEP-Éditions. <https://doi.org/10.4000/books.insep.1382>
- de Weijer, V. C., Gorniak, G. C., & Shamus, E. (2003). The effect of static stretch and warm-up exercise on hamstring length over the course of 24 hours. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 33(12), 727-733. <https://doi.org/10.2519/jospt.2003.33.12.727>
- Doggett, N. (2014, janvier 31). Whipping up a storm. *Sky Sports*, 10.
https://www.skysports.com/racing/news/11979/7236806/whipping-up-a-storm?utm_source=chatgpt.com

- Essén-Gustavsson, B. (2008). *Triglyceride storage in skeletal muscle*. MTT.
<https://jukuri.luke.fi/handle/10024/474100>
- Evans, D. L., & Rose, R. J. (1988). Determination and repeatability of maximum oxygen uptake and other cardiorespiratory measurements in the exercising horse. *Equine Veterinary Journal*, 20(2), 94-98. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1988.tb01467.x>
- Fairchild, T. J., Armstrong, A. A., Rao, A., Liu, H., Lawrence, S., & Fournier, P. A. (2003). Glycogen synthesis in muscle fibers during active recovery from intense exercise. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 35(4), 595-602.
<https://doi.org/10.1249/01.MSS.0000058436.46584.8E>
- Fédération Équestre Internationale. (2025). *Prohibited Substances Database*.
<http://prohibitedsubstancesdatabase.feicleansport.org/>
- Fédération Équestre Internationale. (2025). *Equine Anti-Doping and Controlled Medication Regulations*. <https://inside.fei.org/sites/default/files/EADCMRs-%201%20January%202021-Updates%20effective%201%20January%202023%20-%20Clean.pdf>
- FEI. (2025). *2025 Veterinary Regulations*. FEI. <https://inside.fei.org/content/fei-veterinary-rules>
- FFE. (2025). *Règlement des compétitions, dispositions spécifiques à l'endurance (2024^e éd.)*.
<https://www.ffe.com/system/files/disciplines/reglement-endurance-2025-version-de-travail-applicable-au-02-09-2024.pdf>
- Fielding, C. L., Magdesian, K. G., Rhodes, D. M., Meier, C. A., & Higgins, J. C. (2009). Clinical and biochemical abnormalities in endurance horses eliminated from competition for medical complications and requiring emergency medical treatment : 30 cases (2005-2006). *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio, Tex.: 2001)*, 19(5), 473-478.
<https://doi.org/10.1111/j.1476-4431.2009.00441.x>
- Forbes, S. C., Paganini, A. T., Slade, J. M., Towse, T. F., & Meyer, R. A. (2009). Phosphocreatine recovery kinetics following low- and high-intensity exercise in human triceps surae and rat posterior hindlimb muscles. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and*

- Comparative Physiology*, 296(1), R161-R170. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.90704.2008>
- Frape, D. (2010). *Equine Nutrition and Feeding—4th edition*.
- Fullagar, H. H. K., Skorski, S., Duffield, R., Hammes, D., Coutts, A. J., & Meyer, T. (2015). Sleep and athletic performance : The effects of sleep loss on exercise performance, and physiological and cognitive responses to exercise. *Sports Medicine (Auckland, N.Z.)*, 45(2), 161-186. <https://doi.org/10.1007/s40279-014-0260-0>
- Gasibat, Q., & Suwehli, W. (2017). Determining the Benefits of Massage Mechanisms : A Review of Literature. *Journal of Rehabilitation Sciences*, 2, 58-67. <https://doi.org/10.11648/j.rs.20170203.12>
- Gergelé, L., Bohe, J., Feasson, L., Robach, P., Morel, J., Auboyer, C., Boisson, R.-C., Desebbe, O., & Millet, G.-Y. (2010). Du sport extrême à la réanimation. *Réanimation*, 19(5), 416-422. <https://doi.org/10.1016/j.reaurg.2010.06.007>
- Gottlieb-Vedi, M., Essén-Gustavsson, B., Thornell, L. E., & Lindholm, A. (1999). A comparison of the ultrastructure and metabolic response of the skeletal muscle of horses performing intense treadmill exercise at 20 and 35 degrees C. *Zentralblatt Fur Veterinarmedizin. Reihe A*, 46(4), 209-218. <https://doi.org/10.1046/j.1439-0442.1999.00204.x>
- Gur, A., Sarac, A. J., Cevik, R., Altindag, O., & Sarac, S. (2004). Efficacy of 904 nm gallium arsenide low level laser therapy in the management of chronic myofascial pain in the neck : A double-blind and randomize-controlled trial. *Lasers in Surgery and Medicine*, 35(3), 229-235. <https://doi.org/10.1002/lsm.20082>
- Harris, R. C., Edwards, R. H., Hultman, E., Nordesjö, L. O., Ny Lind, B., & Sahlin, K. (1976). The time course of phosphorylcreatine resynthesis during recovery of the quadriceps muscle in man. *Pflugers Archiv: European Journal of Physiology*, 367(2), 137-142. <https://doi.org/10.1007/BF00585149>
- HAS. (2013). *L'évaluation des aspects éthiques à la HAS*. <https://www.has-sante.fr/upload/docs/application/pdf/2013->

05/levaluation_des_aspects_ethiques_a_la_has.pdf

Hayward, M., & Adams, D. (2001). *THE FIRING OF HORSES A Review for the Animal Welfare Advisory Committee of the Australian Veterinary Association c.*

Heckbert, S. R., Vedder, N. B., Hoffman, W., Winn, R. K., Hudson, L. D., Jurkovich, G. J., Copass, M. K., Harlan, J. M., Rice, C. L., & Maier, R. V. (1998). Outcome after hemorrhagic shock in trauma patients. *The Journal of Trauma*, 45(3), 545-549. <https://doi.org/10.1097/00005373-199809000-00022>

Hetal, H., Jousselin, E., & Demarais, Y. (1996). *Les Cahiers de l'INSEP, n°14-15, 1996. La récupération en sport : Approches des techniques et des moyens. 14(1).*
https://www.persee.fr/issue/insep_1241-0691_1996_num_14_1

Hew-Butler, T., Rosner, M. H., Fowkes-Godek, S., Dugas, J. P., Hoffman, M. D., Lewis, D. P., Maughan, R. J., Miller, K. C., Montain, S. J., Rehrer, N. J., Roberts, W. O., Rogers, I. R., Siegel, A. J., Stuempfle, K. J., Winger, J. M., & Verbalis, J. G. (2015). Statement of the Third International Exercise-Associated Hyponatremia Consensus Development Conference, Carlsbad, California, 2015. *Clinical Journal of Sport Medicine: Official Journal of the Canadian Academy of Sport Medicine*, 25(4), 303-320. <https://doi.org/10.1097/JSM.0000000000000221>

Hyypä, S. (2007). *Post-Exercise Muscle Glycogen Repletion in Horses.*

Ivey, P. A., & Gaesser, G. A. (1987). Postexercise muscle and liver glycogen metabolism in male and female rats. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 62(3), 1250-1254.
<https://doi.org/10.1152/jappl.1987.62.3.1250>

Ivy, J. L., Katz, A. L., Cutler, C. L., Sherman, W. M., & Coyle, E. F. (1988). Muscle glycogen synthesis after exercise : Effect of time of carbohydrate ingestion. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 64(4), 1480-1485. <https://doi.org/10.1152/jappl.1988.64.4.1480>

Jose-Cunilleras, E., Hinchcliff, K. W., Lacombe, V. A., Sams, R. A., Kohn, C. W., Taylor, L. E., & Devor, S. T. (2006). Ingestion of starch-rich meals after exercise increases glucose kinetics but fails to enhance muscle glycogen replenishment in horses. *Veterinary Journal (London, England:*

- 1997), 171(3), 468-477. <https://doi.org/10.1016/j.tvjl.2005.02.002>
- Jürimäe, J., Mäestu, J., Purge, P., & Jürimäe, T. (2004). Changes in stress and recovery after heavy training in rowers. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 7(3), 335-339. [https://doi.org/10.1016/s1440-2440\(04\)80028-8](https://doi.org/10.1016/s1440-2440(04)80028-8)
- Kamioka, H., Tsutani, K., Okuizumi, H., Mutoh, Y., Ohta, M., Handa, S., Okada, S., Kitayuguchi, J., Kamada, M., Shiozawa, N., & Honda, T. (2010). Effectiveness of aquatic exercise and balneotherapy : A summary of systematic reviews based on randomized controlled trials of water immersion therapies. *Journal of Epidemiology*, 20(1), 2-12. <https://doi.org/10.2188/jea.je20090030>
- Kenefick, R. W., O'Moore, K. M., Mahood, N. V., & Castellani, J. W. (2006). Rapid IV versus oral rehydration : Responses to subsequent exercise heat stress. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 38(12), 2125-2131. <https://doi.org/10.1249/01.mss.0000235358.39555.80>
- Kiens, B., Essen-Gustavsson, B., Christensen, N. J., & Saltin, B. (1993). Skeletal muscle substrate utilization during submaximal exercise in man : Effect of endurance training. *The Journal of Physiology*, 469, 459-478. <https://doi.org/10.1113/jphysiol.1993.sp019823>
- Klip, A., Volchuk, A., He, L., & Tsakiridis, T. (1996). The glucose transporters of skeletal muscle. *Seminars in Cell & Developmental Biology*, 7(2), 229-237. <https://doi.org/10.1006/scdb.1996.0031>
- Koopman, R., Wagenmakers, A. J. M., Manders, R. J. F., Zorenc, A. H. G., Senden, J. M. G., Gorselink, M., Keizer, H. A., & van Loon, L. J. C. (2005). Combined ingestion of protein and free leucine with carbohydrate increases postexercise muscle protein synthesis in vivo in male subjects. *American Journal of Physiology. Endocrinology and Metabolism*, 288(4), E645-653. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.00413.2004>
- Kreighbaum, E., & Barthels, K. M. (1996). *Biomechanics : A Qualitative Approach for Studying Human Movement*. Allyn and Bacon.
- Kunkle, B. F., Kothandaraman, V., Goodloe, J. B., Curry, E. J., Friedman, R. J., Li, X., & Eichinger, J. K.

- (2021). Orthopaedic Application of Cryotherapy : A Comprehensive Review of the History, Basic Science, Methods, and Clinical Effectiveness. *JBJS Reviews*, 9(1), e20.00016.
<https://doi.org/10.2106/JBJS.RVW.20.00016>
- Lacombe, V., Hinchcliff, K. W., Geor, R. J., & Lauderdale, M. A. (1999). Exercise that induces substantial muscle glycogen depletion impairs subsequent anaerobic capacity. *Equine Veterinary Journal. Supplement*, 30, 293-297. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb05237.x>
- Lagarde, D., Carrière, A., & Casteilla, L. (2021). Le lactate, substrat énergétique majeur, mais aussi molécule de signalisation. *Médecine des Maladies Métaboliques*, 15(1), 62-69.
<https://doi.org/10.1016/j.mmm.2020.11.004>
- Larson, L. M., Smeltzer, R. M., Petrella, J. K., & Jung, P. (2013). *The Effect of Active versus Supine Recovery on Heart Rate, Power Output, and Recovery Time.*
- Lassalas, P. (2021). Contrôle antidopage et responsabilité civile professionnelle : Analyse de la jurisprudence et conseils pratiques. *Le Nouveau Praticien Vétérinaire équine*, 14(53), Article 53. <https://doi.org/10.1051/npvequi/53051>
- Leal Junior, E. C. P., Lopes-Martins, R. A. B., Frigo, L., De Marchi, T., Rossi, R. P., de Godoi, V., Tomazoni, S. S., Silva, D. P., Basso, M., Filho, P. L., de Valls Corsetti, F., Iversen, V. V., & Bjordal, J. M. (2010). Effects of low-level laser therapy (LLLT) in the development of exercise-induced skeletal muscle fatigue and changes in biochemical markers related to postexercise recovery. *The Journal of Orthopaedic and Sports Physical Therapy*, 40(8), 524-532.
<https://doi.org/10.2519/jospt.2010.3294>
- Lewis, D. (1996). *Feeding and Care of the Horse, 2nd Edition.* <https://vetbooks.ir/feeding-and-care-of-the-horse-2nd-edition/>
- Lima, C. R., Martins, D. F., & Reed, W. R. (2020). Physiological Responses Induced by Manual Therapy in Animal Models : A Scoping Review. *Frontiers in Neuroscience*, 14, 430.
<https://doi.org/10.3389/fnins.2020.00430>

- Lipman, G. S., Gaudio, F. G., Eifling, K. P., Ellis, M. A., Otten, E. M., & Grissom, C. K. (2019). Wilderness Medical Society Clinical Practice Guidelines for the Prevention and Treatment of Heat Illness : 2019 Update. *Wilderness & Environmental Medicine, 30*(4S), S33-S46.
<https://doi.org/10.1016/j.wem.2018.10.004>
- Luck, M. M., Le Moyec, L., Barrey, E., Triba, M. N., Bouchemal, N., Savarin, P., & Robert, C. (2015). Energetics of endurance exercise in young horses determined by nuclear magnetic resonance metabolomics. *Frontiers in Physiology, 6*, 198. <https://doi.org/10.3389/fphys.2015.00198>
- Luo, W.-T., Lee, C.-J., Tam, K.-W., & Huang, T.-W. (2022). Effects of Low-Level Laser Therapy on Muscular Performance and Soreness Recovery in Athletes : A Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *Sports Health, 14*(5), 687-693.
<https://doi.org/10.1177/19417381211039766>
- Maresh, C. M., Herrera-Soto, J. A., Armstrong, L. E., Casa, D. J., Kavouras, S. A., Hacker, F. T., Elliott, T. A., Stoppani, J., & Scheett, T. P. (2001). Perceptual responses in the heat after brief intravenous versus oral rehydration. *Medicine and Science in Sports and Exercise, 33*(6), 1039-1045. <https://doi.org/10.1097/00005768-200106000-00025>
- Marlin, D. J., Scott, C. M., Schroter, R. C., Harris, R. C., Harris, P. A., Roberts, C. A., & Mills, P. C. (1999). Physiological responses of horses to a treadmill simulated speed and endurance test in high heat and humidity before and after humid heat acclimation. *Equine Veterinary Journal, 31*(1), 31-42. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1999.tb03788.x>
- Martin-Rosset, W. (2012). *Nutrition et alimentation des chevaux*. QUAE.
- Matsunaga, Y., Sakata, Y., Yago, T., Nakamura, H., Shimizu, T., & Takeda, Y. (2018). Effects of Glucose with Casein Peptide Supplementation on Post-Exercise Muscle Glycogen Resynthesis in C57BL/6J Mice. *Nutrients, 10*(6), 753. <https://doi.org/10.3390/nu10060753>
- Matsunaga, Y., Takahashi, K., Takahashi, Y., & Hatta, H. (2021). Effects of glucose ingestion at different frequencies on glycogen recovery in mice during the early hours post exercise. *Journal of the International Society of Sports Nutrition, 18*(1), 69.

<https://doi.org/10.1186/s12970-021-00467-9>

McClintock, S. A., Hutchins, D. R., & Brownlow, M. A. (1987). Determination of weight reduction in horses in flotation tanks. *Equine Veterinary Journal*, *19*(1), 70-71.

<https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.1987.tb02586.x>

McIlwraith, C. W. (2010). The use of intra-articular corticosteroids in the horse : What is known on a scientific basis? *Equine Veterinary Journal*, *42*(6), 563-571. <https://doi.org/10.1111/j.2042-3306.2010.00095.x>

McIlwraith, Frisbie, Kawcak, & van Weeren. (2015). *Joint Disease in the Horse*.

<https://shop.elsevier.com/books/joint-disease-in-the-horse/mcilwraith/978-1-4557-5969-9>

McPherron, A. C., Lawler, A. M., & Lee, S. J. (1997). Regulation of skeletal muscle mass in mice by a new TGF-beta superfamily member. *Nature*, *387*(6628), 83-90.

<https://doi.org/10.1038/387083a0>

Mellor, D. J., Beausoleil, N. J., Littlewood, K. E., McLean, A. N., McGreevy, P. D., Jones, B., & Wilkins, C. (2020). The 2020 Five Domains Model : Including Human-Animal Interactions in Assessments of Animal Welfare. *Animals: An Open Access Journal from MDPI*, *10*(10), 1870.

<https://doi.org/10.3390/ani10101870>

Michael Keeling & Olivier Bellefleur. (2016, janvier). Le « principisme » et les cadres de référence en matière d'éthique en santé publique. *Centre de collaboration nationale sur les politiques publiques et la santé*.

Michlovitz, S. L., & Davis, F. A. (1986). *Thermal agents in rehabilitation*.

<https://www.osti.gov/biblio/6076036>

Moore, T. M., Callaway, C. W., & Hostler, D. (2008). Core temperature cooling in healthy volunteers after rapid intravenous infusion of cold and room temperature saline solution. *Annals of Emergency Medicine*, *51*(2), 153-159. <https://doi.org/10.1016/j.annemergmed.2007.07.012>

Murrell, C., Wilson, L., Cotter, J. D., Lucas, S., Ogoh, S., George, K., & Ainslie, P. N. (2007). Alterations in autonomic function and cerebral hemodynamics to orthostatic challenge following a

- mountain marathon. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 103(1), 88-96.
<https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01396.2006>
- Myćka, G., Ropka-Molik, K., Cywińska, A., Szmatoła, T., & Stefaniuk-Szmukier, M. (2024). Molecular insights into the lipid-carbohydrates metabolism switch under the endurance effort in Arabian horses. *Equine Veterinary Journal*, 56(3), 586-597. <https://doi.org/10.1111/evj.13984>
- Neveux, M. (2014, juin 19). Endurance : Des confrères tirent la sonnette d'alarme. *Le Point Vétérinaire.fr*. <https://www.lepointveterinaire.fr/actualites/actualites-professionnelles/140619-endurance-des-confreres-tirent-la-sonnette-d-alarme.html>
- Noakes, T. D. (1998). Fluid and electrolyte disturbances in heat illness. *International Journal of Sports Medicine*, 19 Suppl 2, S146-149. <https://doi.org/10.1055/s-2007-971982>
- Nyland, J., & Kaya, D. (2019). *Rehabilitation Principles Following Minimally Invasive Fracture Fixation* (p. 41-57). https://doi.org/10.1007/978-3-319-97602-0_6
- Overview | Major trauma : Assessment and initial management | Guidance | NICE*. (2016, février 17). NICE. <https://www.nice.org.uk/guidance/ng39>
- Overview | Pre-hospital initiation of fluid replacement therapy in trauma | Guidance | NICE*. (2004, janvier 28). NICE. <https://www.nice.org.uk/guidance/ta74>
- Pauline Rollin, Martin Genton, & Maëlle Farfan. (2020). Quelle immobilisation choisir en fonction des atteintes courantes? *Pratique Vet*, 207, 2-10.
- Petersen, K. F., Price, T., Cline, G. W., Rothman, D. L., & Shulman, G. I. (1996). Contribution of net hepatic glycogenolysis to glucose production during the early postprandial period. *The American Journal of Physiology*, 270(1 Pt 1), E186-191.
<https://doi.org/10.1152/ajpendo.1996.270.1.E186>
- Piehl Aulin, K., Söderlund, K., & Hultman, E. (2000). Muscle glycogen resynthesis rate in humans after supplementation of drinks containing carbohydrates with low and high molecular masses. *European Journal of Applied Physiology*, 81(4), 346-351.
<https://doi.org/10.1007/s004210050053>

- Pomroy, S., Lovell, G., Hughes, D., & Vlahovich, N. (2020a). Intravenous fluids and their use in sport : A position statement from the Australian Institute of Sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.020>
- Pomroy, S., Lovell, G., Hughes, D., & Vlahovich, N. (2020b). Intravenous fluids and their use in sport : A position statement from the Australian Institute of Sport. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 23(4), 322-328. <https://doi.org/10.1016/j.jsams.2019.10.020>
- Poncet, P.-A., Bachmann, I., Reto, B., Ehrbar, B., Ruth, H., Friedli, K., Hansjakob, L., Lüth, A., Montavon, S., Marie, P., & Trolliet, C. (2022). *Réflexions éthiques sur la dignité et le bien-être des chevaux et autres équidés—Pistes pour une meilleure protection.*
- Richter, E. A., & Hargreaves, M. (2013). Exercise, GLUT4, and skeletal muscle glucose uptake. *Physiological Reviews*, 93(3), 993-1017. <https://doi.org/10.1152/physrev.00038.2012>
- Robergs, R. A., Ghiasvand, F., & Parker, D. (2004). Biochemistry of exercise-induced metabolic acidosis. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 287(3), R502-516. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00114.2004>
- ROBERT, C., & SENA, A. (2009). Quels sont les critères les plus pertinents pour détecter le cheval “à risque” en endurance ? *Pratique Vétérinaire Equine*, 41(161), 23-30.
- Roberta M. Dwyer, & Thompson, L. S. (1985). The Practical Diagnosis and Treatment of Metabolic Conditions in Endurance Horses. *Iowa State University Veterinarian*, 47(1),3., 47.
- Rollin, B. E. (1978). Updating veterinary medical ethics. *Journal of the American Veterinary Medical Association*, 173(8), 1015-1018.
- Romijn, J. A., Coyle, E. F., Sidossis, L. S., Gastaldelli, A., Horowitz, J. F., Endert, E., & Wolfe, R. R. (1993). Regulation of endogenous fat and carbohydrate metabolism in relation to exercise intensity and duration. *The American Journal of Physiology*, 265(3 Pt 1), E380-391. <https://doi.org/10.1152/ajpendo.1993.265.3.E380>
- Roppolo, L. P., Wigginton, J. G., & Pepe, P. E. (2010). Intravenous fluid resuscitation for the trauma patient. *Current Opinion in Critical Care*, 16(4), 283-288.

<https://doi.org/10.1097/MCC.0b013e32833bf774>

Roth, D. A., & Brooks, G. A. (1990). Lactate and pyruvate transport is dominated by a pH gradient-sensitive carrier in rat skeletal muscle sarcolemmal vesicles. *Archives of Biochemistry and Biophysics*, 279(2), 386-394. [https://doi.org/10.1016/0003-9861\(90\)90506-t](https://doi.org/10.1016/0003-9861(90)90506-t)

Rueff-Barroso, C. R., Milagres, D., do Valle, J., Casimiro-Lopes, G., Nogueira-Neto, J. F., Zanier, J. F. C., & Porto, L. C. (2008). Bone healing in rats submitted to weight-bearing and non-weight-bearing exercises. *Medical Science Monitor: International Medical Journal of Experimental and Clinical Research*, 14(11), BR231-236.

Ryan, T., & Smith, R. (2007). An investigation into the depth of penetration of low level laser therapy through the equine tendon in vivo. *Irish Veterinary Journal*, 60(5), 295-299. <https://doi.org/10.1186/2046-0481-60-5-295>

Saltin, B. (Éd.). (1985). *Biochemistry of Exercise VI*.

Schott, H. C., & Hinchcliff, K. W. (1998). Treatments affecting fluid and electrolyte status during exercise. *The Veterinary Clinics of North America. Equine Practice*, 14(1), 175-204. [https://doi.org/10.1016/s0749-0739\(17\)30219-5](https://doi.org/10.1016/s0749-0739(17)30219-5)

Schott, H., Harris, P., Coenen, M., & Geor, R. J. (2013). *Equine Applied and Clinical Nutrition : Health, Welfare and Performance*. Elsevier Health Sciences.

Sherman, W. M., Armstrong, L. E., Murray, T. M., Hagerman, F. C., Costill, D. L., Staron, R. C., & Ivy, J. L. (1984). Effect of a 42.2-km footrace and subsequent rest or exercise on muscular strength and work capacity. *Journal of Applied Physiology: Respiratory, Environmental and Exercise Physiology*, 57(6), 1668-1673. <https://doi.org/10.1152/jappl.1984.57.6.1668>

Spierer, D. K., Goldsmith, R., Baran, D. A., Hryniewicz, K., & Katz, S. D. (2004). Effects of active vs. Passive recovery on work performed during serial supramaximal exercise tests. *International Journal of Sports Medicine*, 25(2), 109-114. <https://doi.org/10.1055/s-2004-819954>

Stålman, A., Berglund, L., Dungenrc, E., Arner, P., & Felländer-Tsai, L. (2011). Temperature-Sensitive Release of Prostaglandin E2 and Diminished Energy Requirements in Synovial Tissue with

- Postoperative Cryotherapy : A Prospective Randomized Study After Knee Arthroscopy. *JBJS*, 93(21), 1961. <https://doi.org/10.2106/JBJS.J.01790>
- Taylor, D. C., Brooks, D. E., & Ryan, J. B. (1997). Viscoelastic characteristics of muscle : Passive stretching versus muscular contractions. *Medicine & Science in Sports & Exercise*, 29(12), 1619. https://journals.lww.com/acsm-msse/fulltext/1997/12000/viscoelastic_characteristics_of_muscle__passive.11.aspx
- Taylor, S. E., Smith, R. K. W., & Clegg, P. D. (2007). Mesenchymal stem cell therapy in equine musculoskeletal disease : Scientific fact or clinical fiction? *Equine Veterinary Journal*, 39(2), 172-180. <https://doi.org/10.2746/042516407x180868>
- Thomas, C., Bishop, D. J., Lambert, K., Mercier, J., & Brooks, G. A. (2012). Effects of acute and chronic exercise on sarcolemmal MCT1 and MCT4 contents in human skeletal muscles : Current status. *American Journal of Physiology. Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 302(1), R1-14. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00250.2011>
- Thomas, C., Perrey, S., Lambert, K., Hugon, G., Mornet, D., & Mercier, J. (2005). Monocarboxylate transporters, blood lactate removal after supramaximal exercise, and fatigue indexes in humans. *Journal of Applied Physiology (Bethesda, Md.: 1985)*, 98(3), 804-809. <https://doi.org/10.1152/jappphysiol.01057.2004>
- Tietze, D. C., & Borchers, J. (2014). Exertional Rhabdomyolysis in the Athlete. *Sports Health*, 6(4), 336-339. <https://doi.org/10.1177/1941738114523544>
- Touzot-Jourde, G., Dallongeville, É., & Brévaux, S. (2016). Principe d'action et propriétés du laser thérapeutique—Pratique Vétérinaire Equine n° 191 du 01/07/2016. *Le Point Vétérinaire.fr*. <https://www.lepointveterinaire.fr/publications/pratique-veterinaire-equine/article/n-191/principe-d-action-et-proprietes-du-laser-therapeutique.html>
- Vermorel, M., Jarrigue, R., & Martin-Rosset, W. (1984). Métabolisme et besoins énergétiques du cheval. Le système UFC. In *Le cheval* (Inra Éditions, p. 239-276). Inra Éditions.
- WADA. (2014). *Malette des médecins du sport*. <https://www.wada->

- ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_sport_physician_toolkit_v2_fre_0.pdf
- WADA. (2021). *Code Mondial Antidopage*. https://www.wada-ama.org/sites/default/files/resources/files/wada_anti-doping_code_2021_french_v9.pdf
- WADA. (2025). *Liste des interdictions*. https://www.wada-ama.org/sites/default/files/2024-09/2025list_final_fr_clean_12_september_2024_0.pdf
- Walsh, N. P., Halson, S. L., Sargent, C., Roach, G. D., Nédélec, M., Gupta, L., Leeder, J., Fullagar, H. H., Coutts, A. J., Edwards, B. J., Pullinger, S. A., Robertson, C. M., Burniston, J. G., Lastella, M., Le Meur, Y., Hausswirth, C., Bender, A. M., Grandner, M. A., & Samuels, C. H. (2020). Sleep and the athlete : Narrative review and 2021 expert consensus recommendations. *British Journal of Sports Medicine*, bjsports-2020-102025. <https://doi.org/10.1136/bjsports-2020-102025>
- Welch, H. G., & Stainsby, W. N. (1967). Oxygen debt in contracting dog skeletal muscle in situ. *Respiration Physiology*, 3(2), 229-242. [https://doi.org/10.1016/0034-5687\(67\)90013-8](https://doi.org/10.1016/0034-5687(67)90013-8)
- Westerblad, H., Allen, D., & Lännergren, J. (2002). Muscle Fatigue : Lactic Acid or Inorganic Phosphate the Major Cause? *News in physiological sciences : an international journal of physiology produced jointly by the International Union of Physiological Sciences and the American Physiological Society*, 17, 17-21. <https://doi.org/10.1152/physiologyonline.2002.17.1.17>
- Wolter, R. (1987). La nutrition de l'animal de sport. *Science & Sports*, 2(2), 63-93. [https://doi.org/10.1016/S0765-1597\(87\)80002-3](https://doi.org/10.1016/S0765-1597(87)80002-3)
- Yamano, S., Eto, D., Sugiura, T., Kai, M., Hiraga, A., Tokuriki, M., & Miyata, H. (2002). Effect of growth and training on muscle adaptation in Thoroughbred horses. *American Journal of Veterinary Research*, 63(10), 1408-1412. <https://doi.org/10.2460/ajvr.2002.63.1408>
- Zielińska, P., Nicpoń, J., Kiełbowicz, Z., Soroko, M., Dudek, K., & Zaborski, D. (2020). Effects of High Intensity Laser Therapy in the Treatment of Tendon and Ligament Injuries in Performance Horses. *Animals : an Open Access Journal from MDPI*, 10(8), 1327. <https://doi.org/10.3390/ani10081327>
- Zimmel, D. N. (2005). *How to Manage Pain and Dehydration in Horses with Colic*. AAEP PROCEEDINGS

ANNEXES

Annexe 1 : Questionnaire à destination des vétérinaires en français.

Questionnaire perfusion à destination des vétérinaires

Les chevaux reçoivent fréquemment des perfusions avant, pendant ou après un effort, que ce soit durant l'entraînement ou en compétition. Outre les chevaux médicalisés car atteints de déshydratation sévère ou d'autres déséquilibres physiologiques et arrêtés par l'équipe vétérinaire, la perfusion est couramment pratiquée chez les chevaux en compétition. L'objectif de ce questionnaire est de comprendre les pratiques et les critères de décisions des vétérinaires concernant la fluidothérapie intraveineuse.

Sauf mention contraire, nos questions portent UNIQUEMENT sur des chevaux ayant terminés l'épreuve et non arrêté pour raison métabolique.

Ce questionnaire, d'une durée estimée à moins de 10 minutes, est entièrement anonyme. Toutefois, si vous souhaitez recevoir les résultats et leurs analyses, vous avez la possibilité de laisser votre adresse mail à la fin du questionnaire.

* Indique une question obligatoire

Êtes-vous : *

Une seule réponse possible.

- Vétérinaire dans la discipline du concours complet ET impliqué dans les soins
- Vétérinaire dans la discipline de l'endurance ET impliqué dans les soins
- Non concerné

1/Le plus souvent, à quel moment de la compétition pratiquez- vous la perfusion ? *

Plusieurs réponses possibles.

- Avant la compétition (par exemple pour récupérer du transport ou d'une épreuve précédente)
- Après le CROSS (en concours complet)
- Après la compétition (pour permettre une récupération plus rapide, par exemple en vue d'un transport)
- Autre : _____

2/A partir de quel niveau de compétition avez-vous eu recours à la perfusion ? *

Une seule réponse possible.

- Une étoile (ou épreuves équivalentes)
- Deux étoiles (ou épreuves équivalentes)
- Trois étoiles (ou épreuves équivalentes)
- Autre : _____

3/A quelle situation la perfusion s'avère-t-elle la plus souvent associée selon votre pratique? ? Deux réponses maximum

Plusieurs réponses possibles.

- Transport long (supérieur à 6h)
- Difficulté de l'épreuve
- Conditions environnementale (température, hygrométrie)
- Problème rapporté lié à l'alimentation ou à l'abreuvement
- Petite baisse de forme
- Aucun
- Autre : _____

4/Quels critères PRINCIPAUX propres au cheval sont les indications à la perfusion ? Deux réponses maximum

Plusieurs réponses possibles.

- Mauvaise récupération cardiaque
- Déshydratation légère à modérée
- Raideur musculosquelettique
- Affection respiratoire
- Prise alimentaire/boisson diminuée
- Décision prise sur demande du cavalier
- Aucun

5/Avez vous recours à une prise de sang avant ? *

Une seule réponse possible.

- OUI toujours
- OUI souvent
- NON

6/Quels paramètres sanguins utilisez vous LE PLUS pour décider d'une perfusion ? **Trois réponses maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- Aucun
- Ht/PCV
- Protéines
- Globules blancs
- Créatinine
- Urée
- CK

7/Après une perfusion, sur quels critères jugez-vous son efficacité ? **Deux réponses maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- Diminution de la température rectale
- Production d'urine
- Diminution de le fréquence cardiaque
- Diminution de le fréquence respiratoire
- Diminution d'une raideur musculosquelettique
- Impression d'un cheval plus "en forme"
- Diminution du pli de peau / temps de remplissage capillaire
- Amélioration des bruits digestifs

8/Quelle quantité de fluides administrez-vous le plus souvent ? *

Une seule réponse possible.

- 10L et moins
- Entre 10 et 20L
- Entre 20 et 30L
- Plus de 30L

9/Qu'ajoutez-vous en général à la perfusion ? Deux réponses maximum. *

Plusieurs réponses possibles.

- Rien
- Électrolytes
- Vitamines et acides aminés
- DMSO
- Autre : _____

10/Quelle est la durée d'une perfusion en moyenne ? *

Une seule réponse possible.

- 30 min
- 1h
- 2h
- Plus de 2h

11/En combien de temps passez-vous 10L en général ? *

12/Concernant les conditions dans lesquelles se déroulent la perfusion, cochez-la ou les propositions qui correspondent à votre pratique :

Une seule réponse possible par ligne.

	Choix 1	Choix 2
Le cheval est attaché (choix 1) ; Le cheval peut bouger dans le box (choix 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
De l'eau est à disposition pendant la perfusion (choix 1) ; De l'eau est à disposition avant et/ou après la perfusion (choix 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Le cheval peut manger pendant la perfusion (choix 1) ; Le cheval ne peut pas manger pendant la perfusion (choix 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13/Pendant une perfusion à quelle fréquence faites-vous les observations suivantes ? *

Une seule réponse possible par ligne.

	Jamais	Rarement	Fréquent
Augmentation du polygone de sustentation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prise alimentaire spontanée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Prise de boisson spontanée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Contraction de l'encolure	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agitation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Réaction à la pose du cathéter	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Absence de prise de boisson spontanée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Absence de prise alimentaire spontanée	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Cheval se couche	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14/Avez-vous déjà observés une des complications suivantes après une perfusion ? *

Une seule réponse possible par ligne.

	Jamais	Rarement	Fréquent
Phlébite de la veine jugulaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Thrombose de la veine jugulaire	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tremblements	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hématome	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Oedèmes (de tous types : déclive, des membres, pulmonaire...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Réaction anaphylactoïde	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15/Fixez-vous le cathéter *

Une seule réponse possible.

- Avec une suture
- Avec un pansement
- Avec un point de colle
- Je ne fixe pas le cathéter
- Autre : _____

16/Fixez-vous la tubulure au licol *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Autre : _____

Si vous souhaitez recevoir les résultats et leurs analyses, vous avez la possibilité de laisser votre adresse mail

Annexe 2 : Questionnaire à destination des vétérinaires en anglais.

Questionnaire for veterinarians: Use of infusion for sport horses

Sport horses may be required to frequently receive infusions before, during or after exercise, whether during training or at horse shows. Besides horses stopped by the veterinary staff and then treated for severe dehydration or other physiological imbalances, IV drops are also commonly used for competing horses. The aim of this questionnaire is to understand veterinary' practices and decision-making criteria regarding intravenous fluid therapy.

Unless otherwise stated, our questions ONLY concern competing horses which do not have a metabolic problem that could justify their elimination.

This questionnaire takes less than 10 minutes to complete and is completely anonymous. However, you can leave your e-mail address at the end of the questionnaire (optional question) if you are interested by receiving the results and analysis of this study.

I'am very grateful for the time you will give me to answer this questionnaire and help me to carry out my study.

* Indique une question obligatoire

You are: *

Une seule réponse possible.

- Veterinarian INVOLVED in care at eventing events
- Veterinarian INVOLVED in care at endurance races
- Not concerned

1/At what stage of the competition do you most often use infusion? *

Plusieurs réponses possibles.

- Before the competition starts (e.g. to recover from transport or from a previous event)
- After the cross-country (if you work for eventers)
- After the competition (to make the horse recover quicker or before travelling)
- Autre : _____

2/ At what level of competition do you star using infusion? *

Une seule réponse possible.

- 1* events (or equivalent national show)
- 2* events (or equivalent national show)
- 3* events (or equivalent national show)
- Autre : _____

3/ According to your habits, in which situation is infusion most often associated? **Two answers maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- Long transport (more than 6h)
- High level competition
- Environmental conditions (temperature, hygrometry)
- Feeding or drinking related issues highlighted by the horse entourage
- Slight fatigue
- None of these propositions
- Autre : _____

4/ According to you, what are the main horse-specific indications for infusion? **Two answers maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- Poor cardiac recovery
- Mild to moderate dehydration
- Musculoskeletal stiffness
- Respiratory disorder
- Reduced food/drink intake
- Decision taken at the request of the rider/trainer
- None
- Autre : _____

5/ Do you run a blood work before starting the infusion? *

Une seule réponse possible.

- Yes, I always do
- Yes, I often run a blood work
- No I don't

6/Which blood parameters do you mostly use to decide whether to put in an IV? **Three answers maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- None
- Hct/PCV
- Total protein
- White blood cells
- Creatinine
- Urea
- CK

7/After using an infusion, on which criteria do you judge its effectiveness? **Two answers maximum**

Plusieurs réponses possibles.

- Decreased rectal temperature
- Urine production
- Decreased heart rate
- Decreased respiratory rate
- Reduction of musculoskeletal stiffness
- Impression of a more "fit" horse
- Decreased skin fold / capillary refill time
- Improved gut sounds

8/How much fluid do you most frequently administer? *

Une seule réponse possible.

- 10L or less
- Between 10L and 20L
- Between 20L and 30L
- More than 30L

9/ What do you generally add to the infusion? Two answers maximum. *

Plusieurs réponses possibles.

- Nothing
- Electrolytes
- Vitamins and/or amino acids
- DMSO
- Autre : _____

10/What is the average duration of an infusion? *

Une seule réponse possible.

- 30 min
- 1h
- 2h
- More than 2h

11/How long does it usually take to flow out 10L? *

12/ Regarding the conditions for administering the infusion, check the options that correspond to your method:

Une seule réponse possible par ligne.

	Choice 1	Choice 2
The horse is crossed-tied (choice 1); The horse can move in the stall (choice 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Drinking water is available during the infusion (choice 1); Water is only available before and/or after the infusion (choice 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The horse can eat during the infusion (choice 1); The horse can not eat during the infusion (choice 2)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

13/How often do you face the following situations? *

Une seule réponse possible par ligne.

	Never	Seldom	Frequently
Increase of the support polygon	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spontaneous food intake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Spontaneous water intake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Neck contraction	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Agitation	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Reaction to catheter placement	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No spontaneous food intake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
No spontaneous water intake	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
The horse lies down	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

14/ Have you ever face one of these complications after an infusion? *

Une seule réponse possible par ligne.

	Jamais	Rarement	Fréquent
Jugular vein phlebitis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Jugular vein thrombosis	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Tremors	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Hematoma	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Edema of all types (Sloping, limb, pulmonary)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
Anaphylactoid reaction	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15/ How do you attach the catheter? *

Une seule réponse possible.

- With a stitch
- With a bandage
- With a dot of glue
- I don't attach the catheter
- Autre : _____

16/ Do you secure the tubing to the halter? *

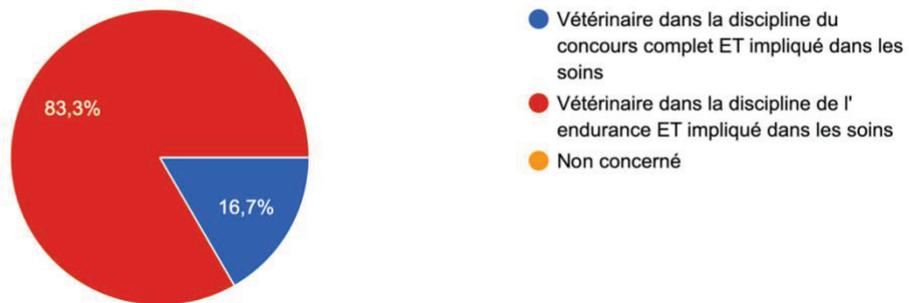
Une seule réponse possible.

- Yes
- No
- Autre : _____

If you want to receive the results of this questionnaire, please leave your e-mail address below:

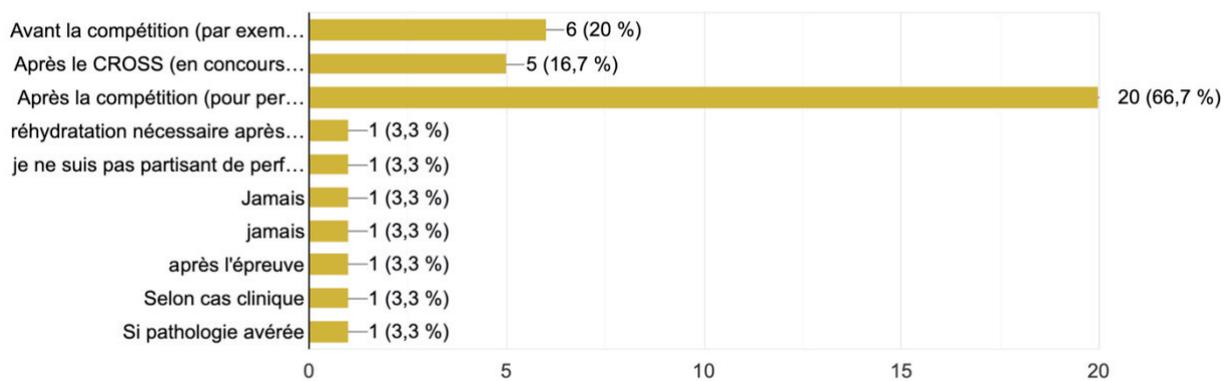
Annexe 3 : Résultats du questionnaire à destination des vétérinaires.

Êtes-vous :
30 réponses



1/Le plus souvent, à quel moment de la compétition pratiquez-vous la perfusion ?

30 réponses



2/A partir de quel niveau de compétition avez-vous eu recours à la perfusion ?

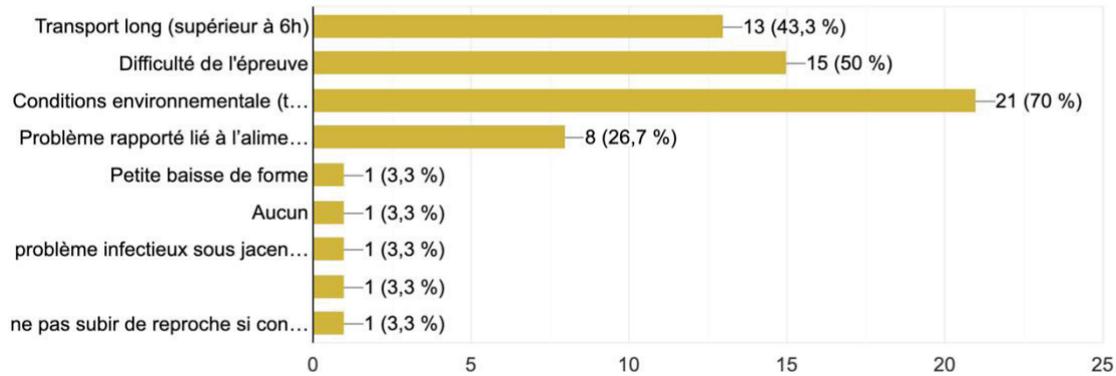
30 réponses



3/A quelle situation la perfusion s'avère-t-elle la plus souvent associée selon votre pratique? ?

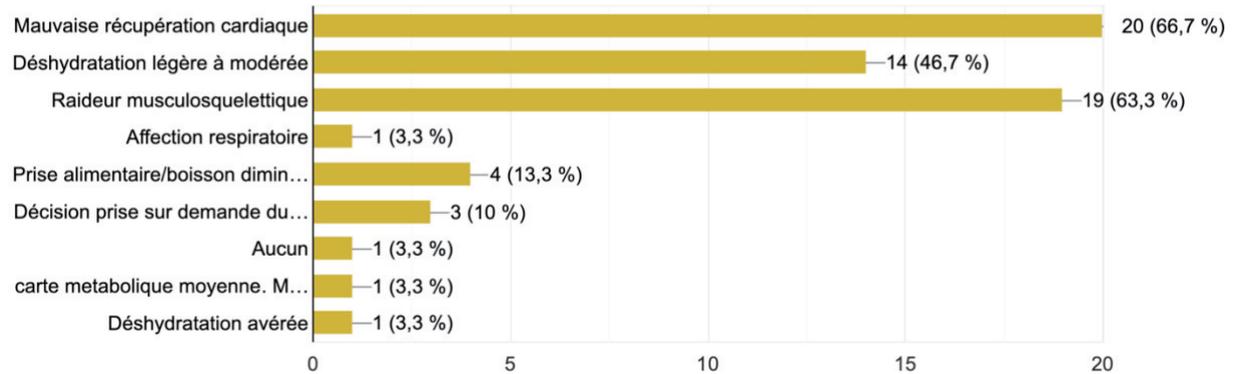
Deux réponses maximum

30 réponses



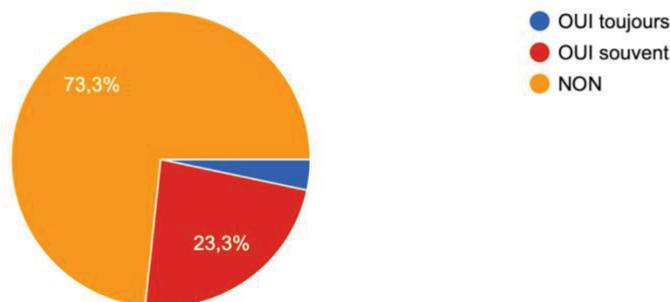
4/Quels critères PRINCIPAUX propres au cheval sont les indications à la perfusion ? Deux réponses maximum

30 réponses



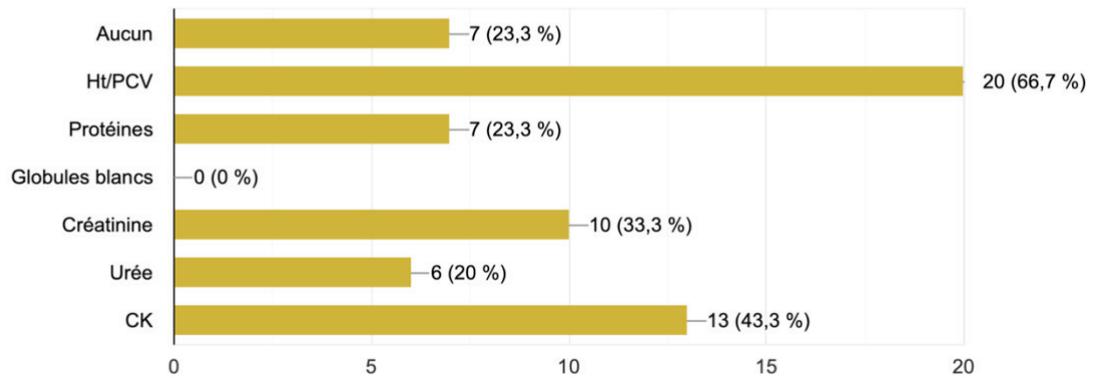
5/Avez vous recours à une prise de sang avant ?

30 réponses



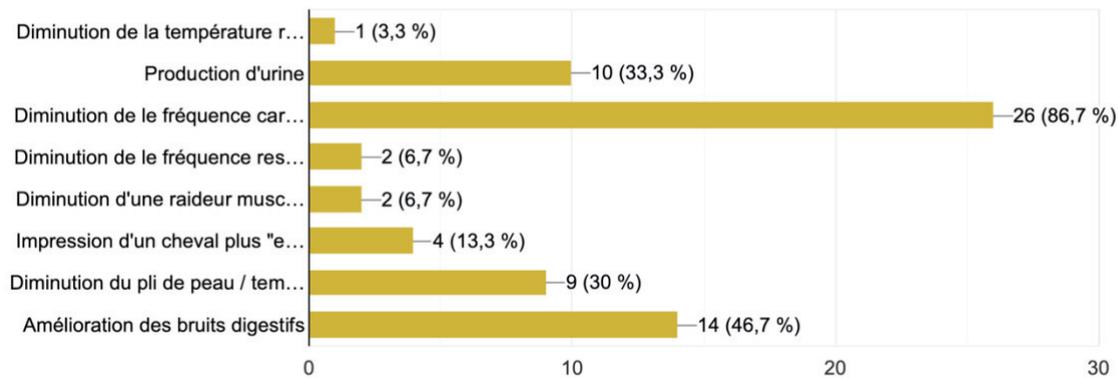
6/Quels paramètres sanguins utilisez vous LE PLUS pour décider d'une perfusion ? Trois réponses maximum

30 réponses



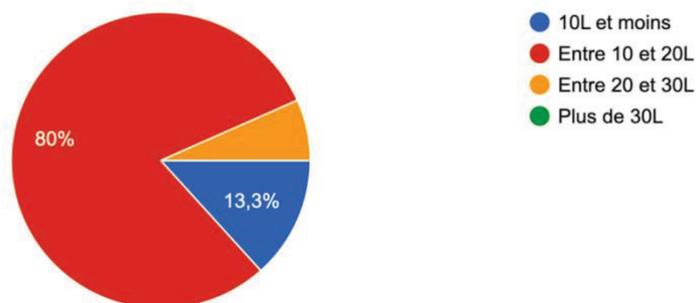
7/Après une perfusion, sur quels critères jugez-vous son efficacité ? Deux réponses maximum

30 réponses



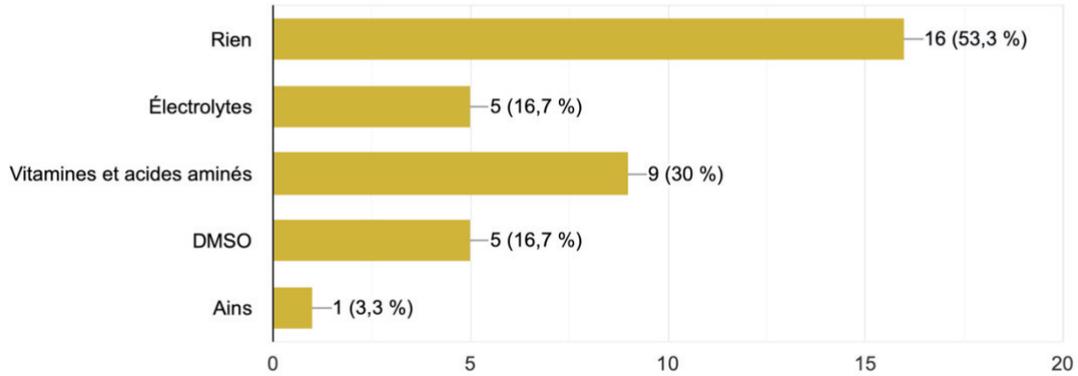
8/Quelle quantité de fluides administrez-vous le plus souvent ?

30 réponses



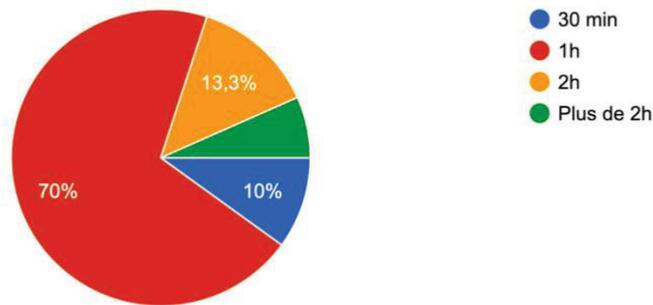
9/Qu'ajoutez-vous en général à la perfusion ? Deux réponses maximum.

30 réponses



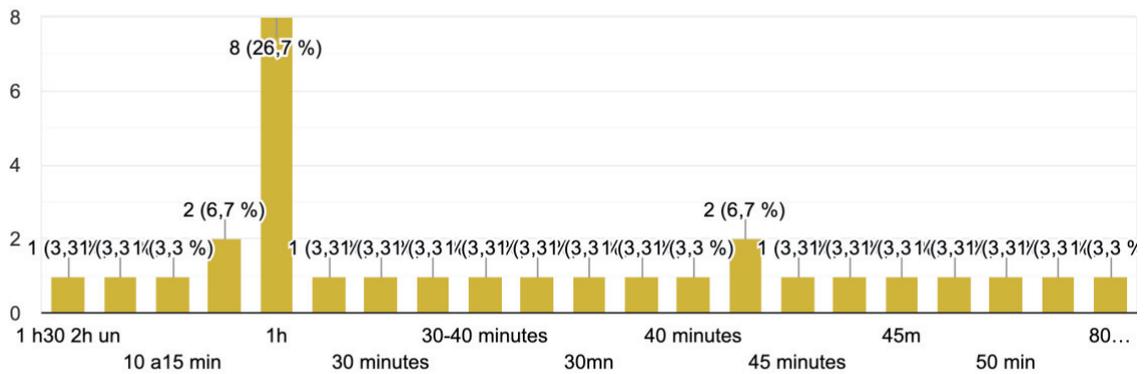
10/Quelle est la durée d'une perfusion en moyenne ?

30 réponses

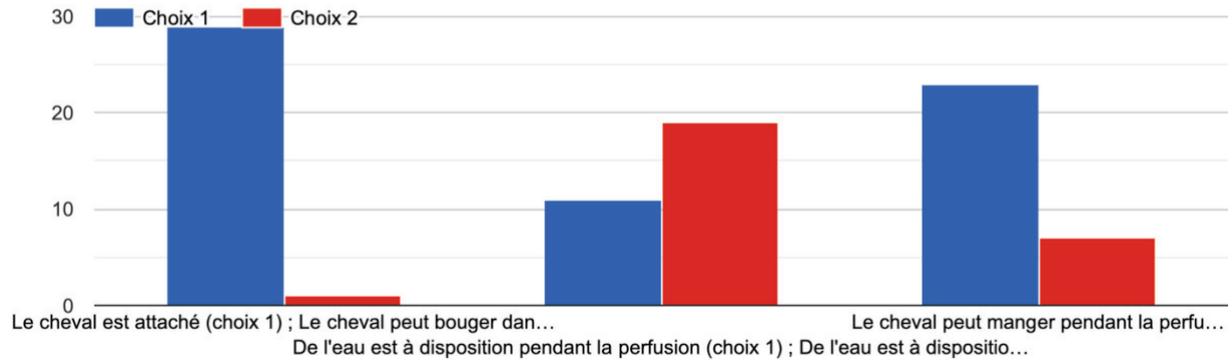


11/En combien de temps passez-vous 10L en général ?

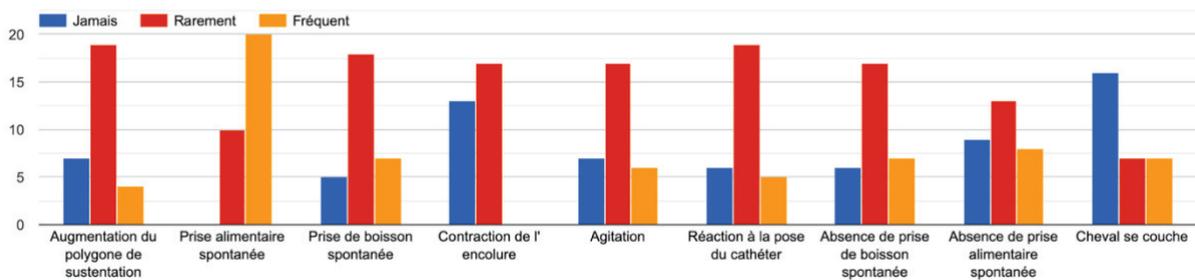
30 réponses



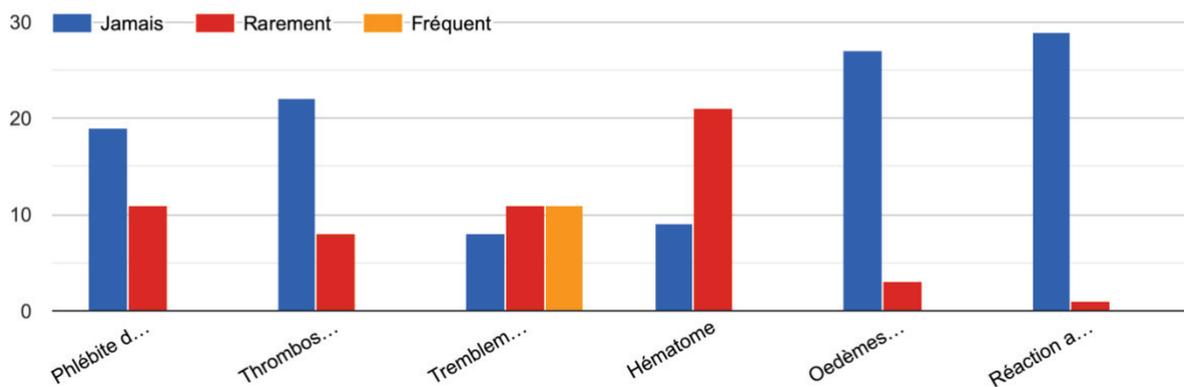
12/Concernant les conditions dans lesquelles se déroulent la perfusion, cochez-la ou les propositions qui correspondent à votre pratique :



13/Pendant une perfusion à quelle fréquence faites-vous les observations suivantes ?

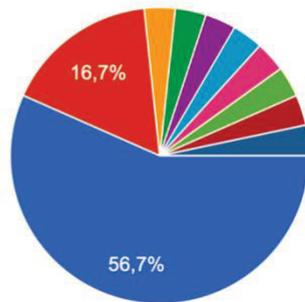


14/Avez-vous déjà observés une des complications suivantes après une perfusion ?



15/Fixez-vous le cathéter

30 réponses

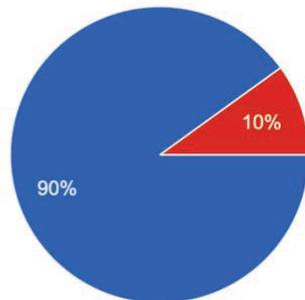


- Avec une suture
- Avec un pansement
- Avec un point de colle
- Je ne fixe pas le cathéter
- Pince à champ
- avec suture ou pansement, fonction d...
- pince a champs
- Suture ou agrafe + pansement autour...

▲ 1/2 ▼

16/Fixez-vous la tubulure au licol

30 réponses



- Oui
- Non

Annexe 4 : Questionnaire à destination des cavaliers, propriétaires et entraîneurs.

Questionnaire perfusion

Les chevaux reçoivent fréquemment des perfusions avant ou après **une compétition**, ou également durant l'entraînement. En plus des chevaux médicalisés car atteints de déshydratation sévère ou d'autres déséquilibres physiologiques et qui sont arrêtés par les vétérinaires, la perfusion est couramment pratiquée. **L'objectif de ce questionnaire est de comprendre les motivations des cavaliers, entraîneurs et propriétaires de chevaux lorsqu'ils viennent voir le vétérinaire pour une perfusion chez des chevaux qualifiés ou classés.** Nous aimerions mieux cerner vos besoins et attentes concernant l'administration de perfusions.

Ce questionnaire, d'une durée estimée à 5 minutes, est entièrement anonyme. Toutefois, si vous souhaitez recevoir les résultats et leurs analyses, vous avez la possibilité de laisser votre adresse mail à la fin du questionnaire.

** Indique une question obligatoire*

Êtes-vous : *

Une seule réponse possible.

- Cavalier ou propriétaire ou entraîneur dans la discipline du concours complet
- Cavalier ou propriétaire ou entraîneur dans la discipline de l'endurance

1/A quel moment de la compétition avez-vous le plus souvent recours à la perfusion ? *

Plusieurs réponses possibles.

- Avant la compétition (par exemple pour récupérer du transport ou d'une épreuve précédente)
- Après le CROSS (en complet)
- Après la compétition (pour permettre une récupération plus rapide, par exemple en vue d'un transport)
- Jamais

2/A partir de quel niveau d'épreuve avez-vous eu recours à la perfusion ? *

Une seule réponse possible.

- Une étoile (ou épreuves équivalentes)
- Deux étoiles (ou épreuves équivalentes)
- Trois étoiles (ou épreuves équivalentes)

3/A quel fréquence avez-vous recours à la perfusion de vos chevaux lors de ces compétitions ?

Une seule réponse possible.

- Jamais
- <25% des compétitions
- Entre 25 et 50% des compétitions
- Entre 50 et 75% des compétitions
- >75% des compétitions

4/Avez-vous recours régulièrement (plus de 50% des compétitions) à la perfusion ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

5/Avez vous recours à la perfusion durant des périodes d'entraînement? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

5b/Si oui, préciser éventuellement les produits ajoutés à la perfusion :

6/Avez-vous recours à la perfusion de façon : *

Une seule réponse possible.

- Identique chez tous vos chevaux
- Spécifique sur certains individus
- Autre : _____

7/Dans quelle situation la perfusion s'avère-t-elle la plus utile ? Deux réponses maximum *

Plusieurs réponses possibles.

- Transport long (supérieur à 6h)
- Difficulté de la course
- Conditions environnementale (température, hygrométrie)
- Petite baisse de forme
- Vitesse moyenne élevée durant l'épreuve
- Possible problème lié à l'alimentation ou à l'abreuvement

8/ Sur quelles observations du cheval trouvez-vous la perfusion la plus pertinente ? Deux réponses maximum

Plusieurs réponses possibles.

- Mauvaise récupération cardiaque
- Boiterie
- Atteinte respiratoire
- Prise alimentaire/eau diminuée
- Appréciation de son état général et de l'hydratation (pli de peau, crottins)
- Autre : _____

9/Vous basez-vous aussi sur des mesures pour demander à faire perfuser ? Deux réponse maximum.

Plusieurs réponses possibles.

- Aucun
- Cardiofréquencemètre
- Stéthoscope
- Application connectée
- Thermomètre
- Prise de sang
- Autre : _____

10/Quel type d'alimentation donnez-vous en priorité au cheval après une compétition ? Deux réponses maximum

Plusieurs réponses possibles.

- Mash
- Soupe de foin
- Granulés
- Granulés réhydratés
- Foin mouillé
- Autre : _____

11/Supplémentez-vous l'alimentation avec des électrolytes ou du sel ? *

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non

11b/Si oui, quand et sous quelle forme (orale, intra-veineuse) :

12/ Quel bénéfice majeur attendez-vous après une perfusion. **Deux réponses maximum ***

Plusieurs réponses possibles.

- Aucun
- Diminution de la température rectale
- Diminution de la fréquence cardiaque
- Production d'urine
- Diminution de la fréquence respiratoire
- Impression générale d'un cheval plus « en forme »
- Diminution d'une boiterie
- Autre : _____

13/ Quelle quantité de fluide attendez-vous à voir perfuser le plus souvent ? *

Une seule réponse possible.

- 10L ou moins
- Entre 10 et 20L
- Entre 20 et 30L
- Plus de 30L

14/ Compte tenu du caractère **INVASIF** de la perfusion et du **STRESS** possiblement induit par cet acte, pensez-vous que l'**ACTE** de **PERFUSION** soit **ACCEPTABLE** aux yeux du public ?

Une seule réponse possible.

- Oui
- Non
- Je suis incertain

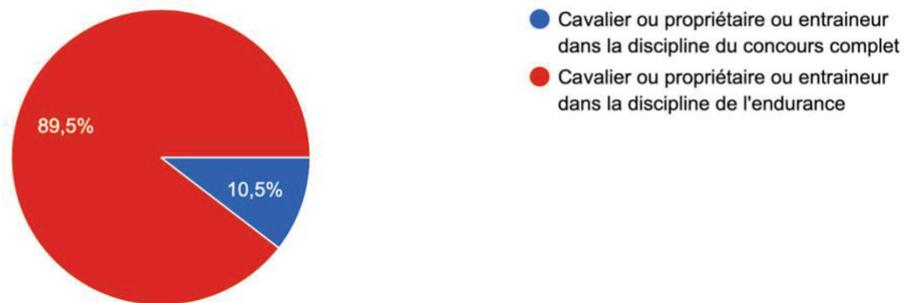
15/Combien d'heures **avant une épreuve FEI pensez-vous être autorisé à perfuser ? ***

16/Combien d'heures **après une épreuve FEI pensez-vous être autorisé à perfuser ? ***

Si vous souhaitez recevoir les résultats et leurs analyses, vous avez la possibilité de laisser votre adresse mail

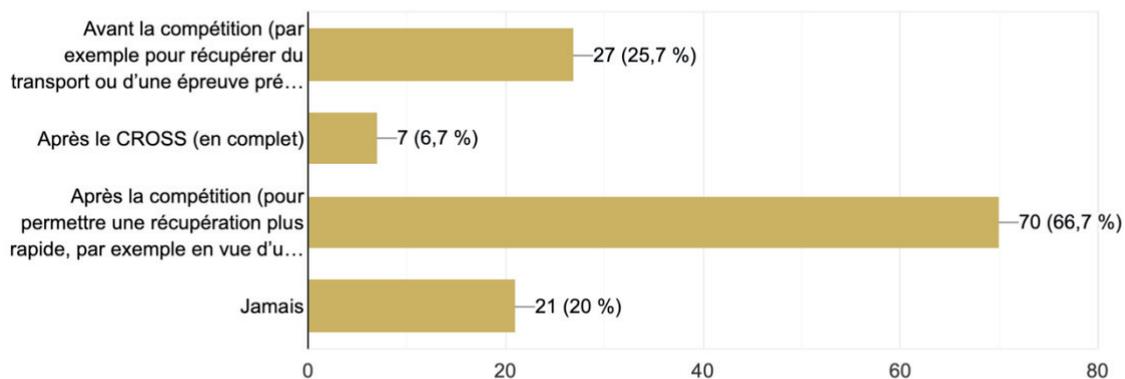
Annexe 5 : Résultats du questionnaire des cavaliers, propriétaires et entraîneur.

Êtes-vous :
105 réponses



1/A quel moment de la compétition avez-vous le plus souvent recours à la perfusion ?

105 réponses



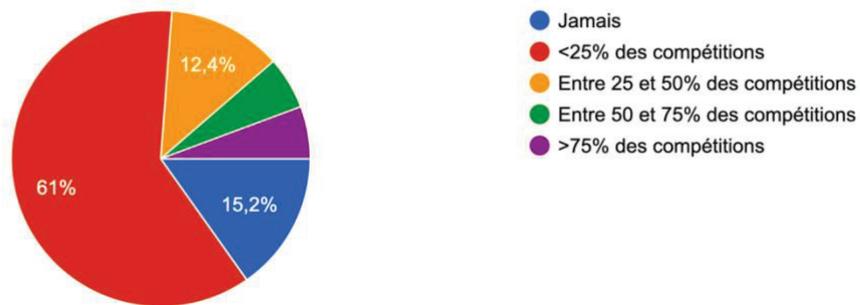
2/A partir de quel niveau d'épreuve avez-vous eu recours à la perfusion ?

105 réponses



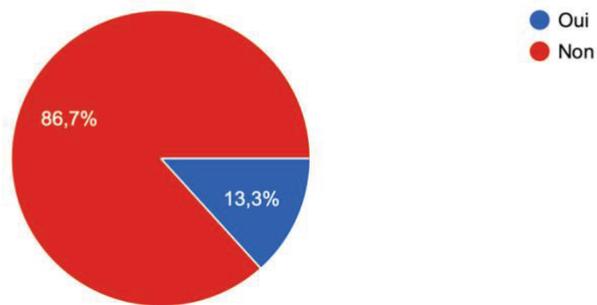
3/A quel fréquence avez-vous recours à la perfusion de vos chevaux lors de ces compétitions ?

105 réponses



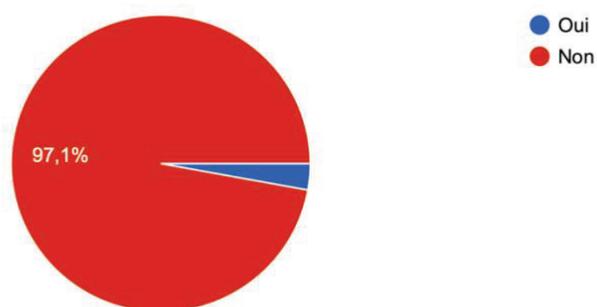
4/Avez-vous recours régulièrement (plus de 50% des compétitions) à la perfusion

105 réponses



5/Avez vous recours à la perfusion durant des périodes d'entraînement?

105 réponses



5b/Si oui, préciser éventuellement les produits ajoutés à la perfusion :

5 réponses

Finadine

Ornipural, aminomax, métabolase

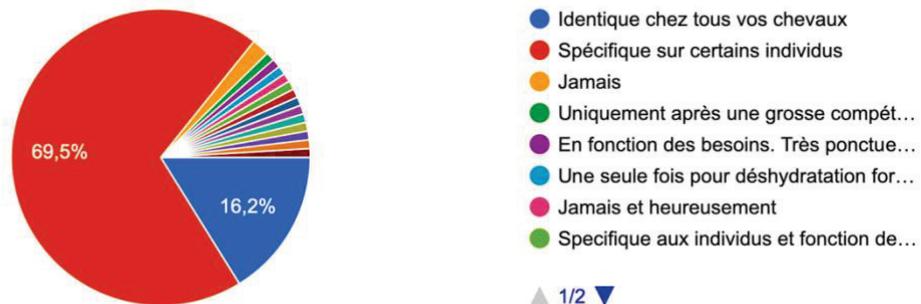
Je le met ici car je n'ai pas vu d'espace pour laisser des notes mais j'ai mis 3 étoiles car en réalité 5 étoiles pour le complet ou l'on perfuse (dans le système ou je travail) jamais 4 étoiles

Methio B12, les perfusions ici citées ont été faites suite à myosite au l'entraînement quelques semaines avant la compétition

Pour la question 2, j'ai mis 3* parce que c'est le niveau que j'ai fait (la question est obligatoire) mais mon cheval n'a jamais été perfusé.

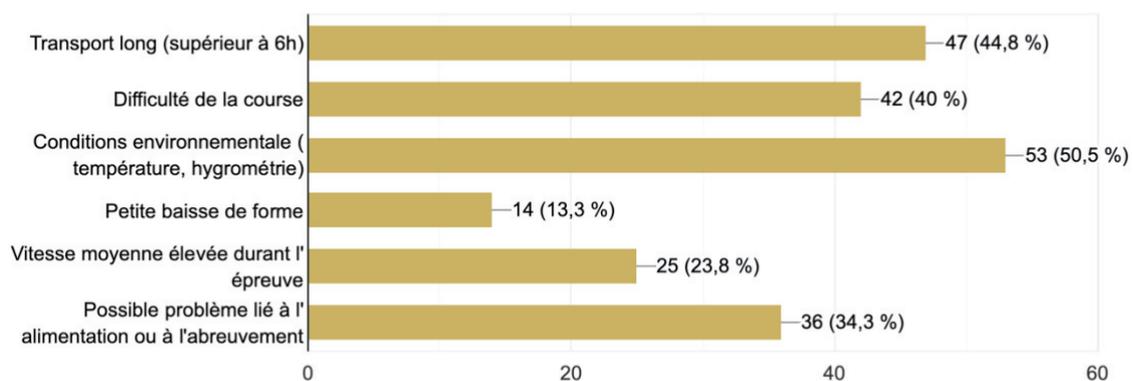
6/Avez-vous recours à la perfusion de façon :

105 réponses



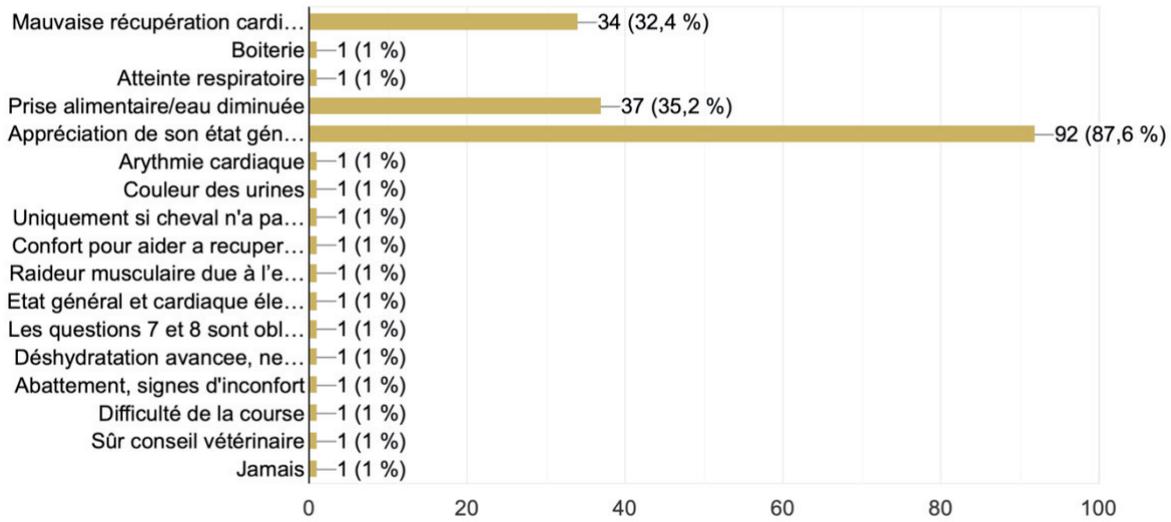
7/Dans quelle situation la perfusion s'avère-t-elle la plus utile ? Deux réponses maximum

105 réponses



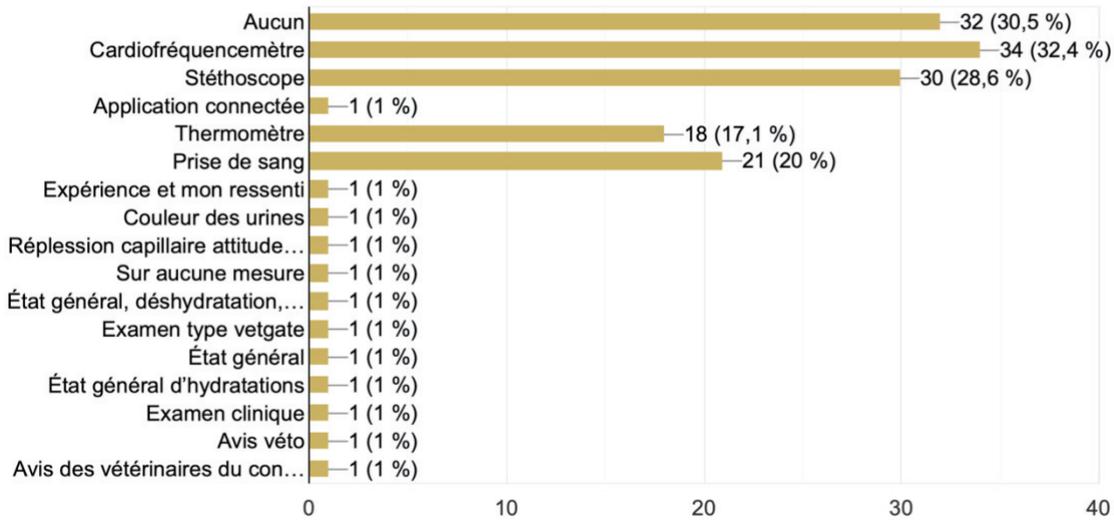
8/ Sur quelles observations du cheval trouvez-vous la perfusion la plus pertinente ? Deux réponses maximum

105 réponses



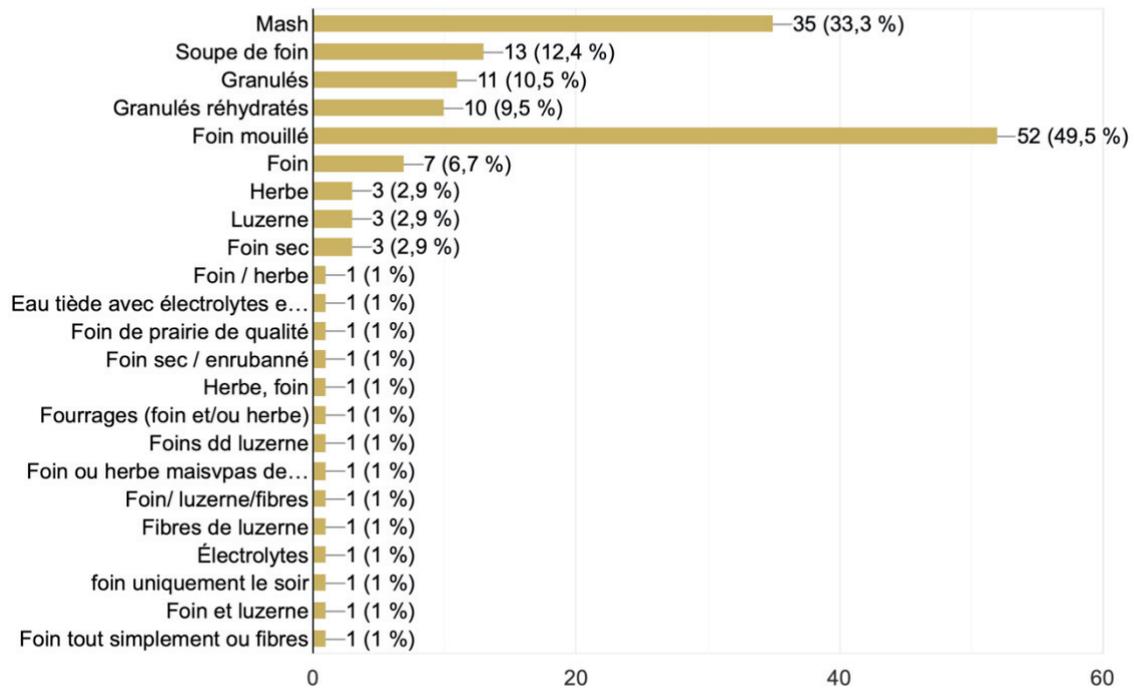
9/Vous basez-vous aussi sur des mesures pour demander à faire perfuser ? Deux réponses maximum.

105 réponses



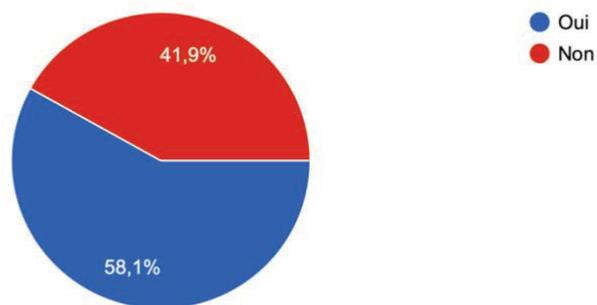
10/Quel type d'alimentation donnez-vous en priorité au cheval après une compétition ? Deux réponses maximum

105 réponses



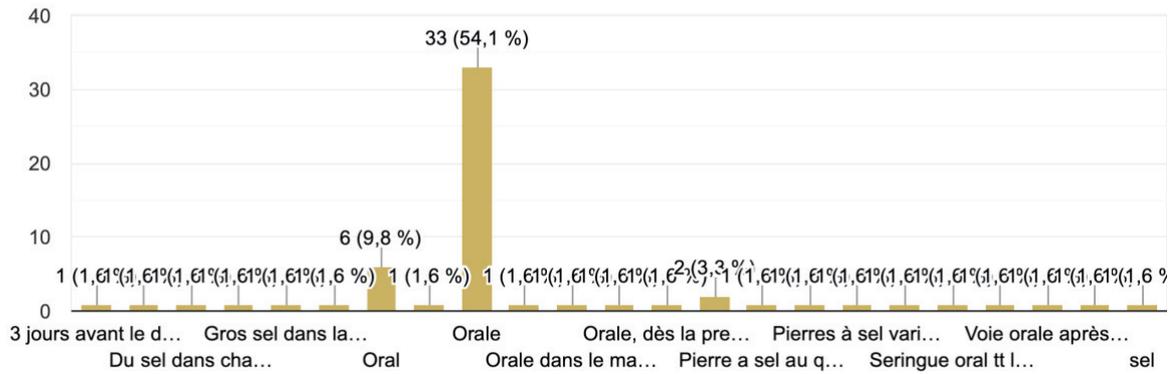
11/Supplémentez-vous l'alimentation avec des électrolytes ou du sel ?

105 réponses



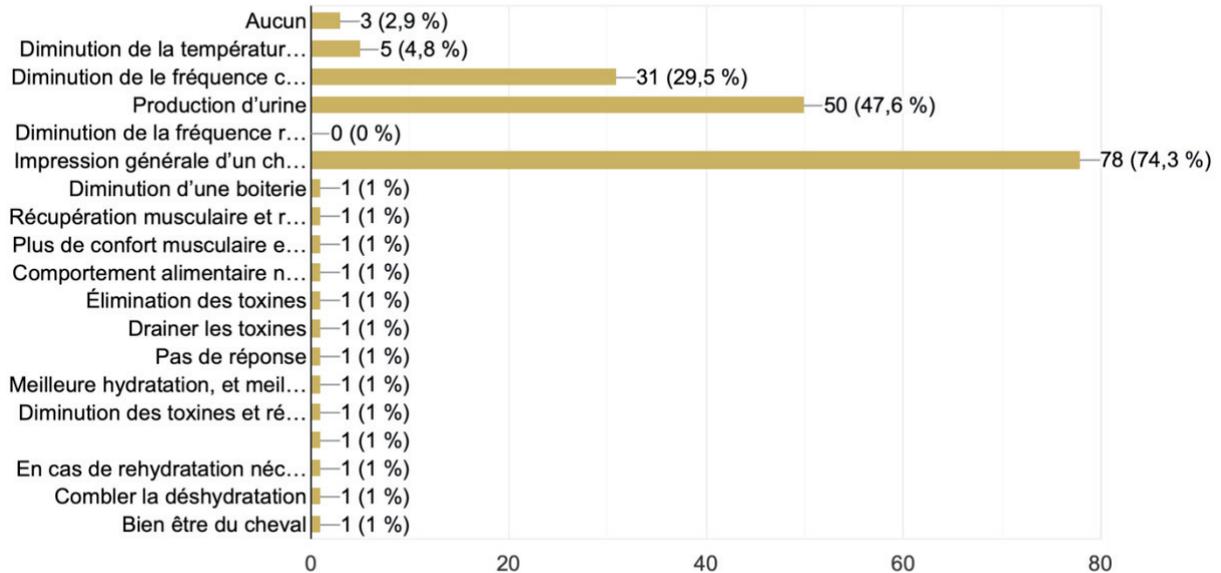
11b/Si oui, quand et sous quelle forme (orale, intra-veineuse) :

61 réponses



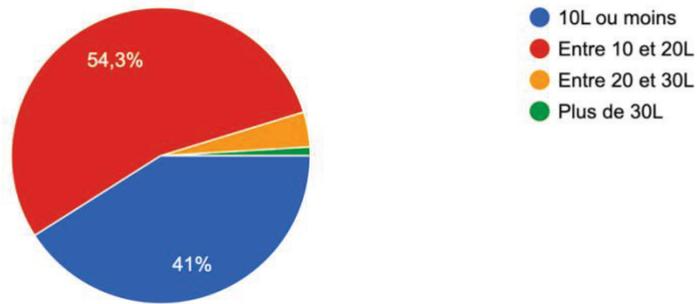
12/Quel bénéfice majeur attendez-vous après une perfusion. Deux réponses maximum

105 réponses



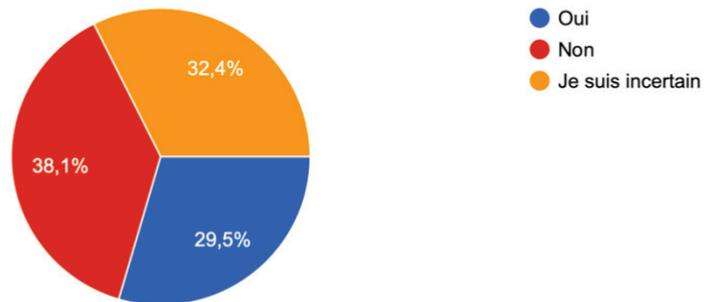
13/Quelle quantité de fluide attendez-vous à voir perfuser le plus souvent ?

105 réponses



14/Compte tenu du caractère INVASIF de la perfusion et du STRESS possiblement induit par cet acte, pensez-vous que l'ACTE de PERFUSION soit ACCEPTABLE aux yeux du public ?

105 réponses



15/Combien d'heures **avant** une épreuve FEI pensez-vous être autorisé à perfuser ?

105 réponses

24

8h

12

48h

24h

0

Je ne sais pas

2

2H

16/Combien d'heures **après** une épreuve FEI pensez-vous être autorisé à perfuser ?

105 réponses

1

2

2h

De suite

Immédiatement

De suite

0

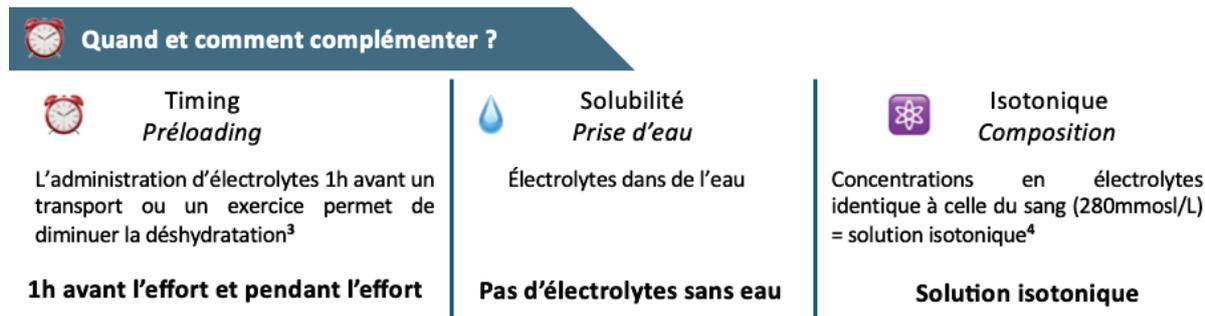
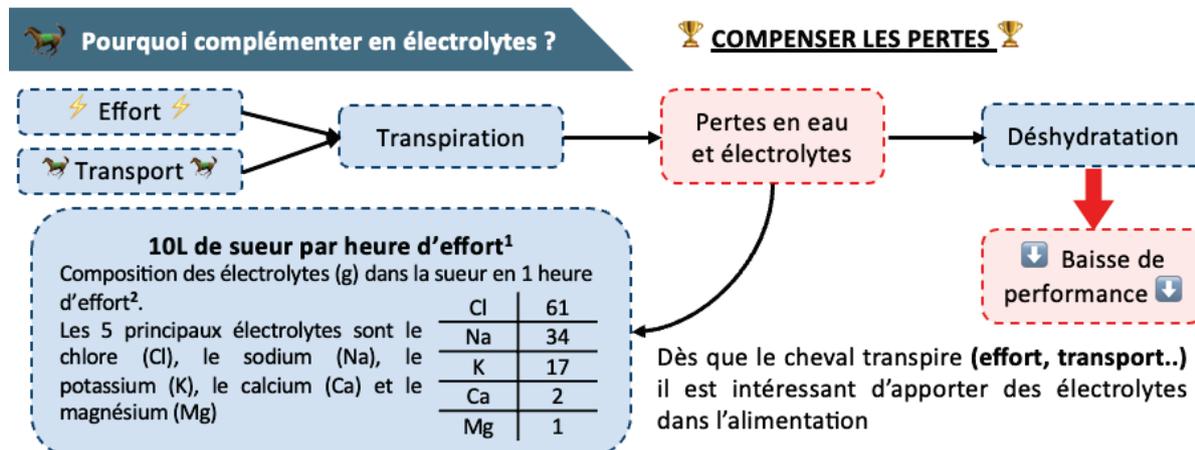
1h

Directement

Annexe 6 : Choisir des électrolytes pour cheval de sport (T.Camptort)

CHOISIR DES ÉLECTROLYTES

Pour cheval de sport



Choisir le complément – Analyse du marché⁵

Nom du produit	Vetidral Solution®	Isopro®	Electrolytes poudre®	Expérimental Étude avec effets bénéfiques
Marque	Audevard®	TRM®	Reverdy®	
Prix (€)	2,55	1,26	1,10	-
Cl (g)	?	11,8	21,2	49,6
Na (g)	2,9	6,7	11,4	25,3
K (g)	0,8	5,0	5,6	11,7
Ca (g)	0,2	5,8	?	0
Mg (g)	0,2	0,3	0,4	0
Osmolarité (mmol/L)	16	91	125	280
Tonicité	Hypotonique	Hypotonique	Hypotonique	Isotonique

Hypotonique **Isotonique**

1 Moyenne observée sur la base de trois études Coenen (2005) McConaghy (1995) et Lewis (1995)

2 McConaghy, F.F. et al. Equine sweat composition: effects of adrenaline infusion, exercise and training. Equine Vet J Suppl. 1995

3 Waller, A.P. and Lindinger, M.I. Pre-loading large volume oral electrolytes: tracing fluid and ion fluxes in horses during rest, exercise and recovery. J Physiol. 2021

4 Monreal, L. et al. Electrolyte vs. glucose-electrolyte isotonic solutions for oral rehydration therapy in horses. Equine Vet J Suppl. 1999

5 Sur la base des données disponibles sur les sites internet et fiches produits

FLUIDOTHÉRAPIE ET RÉCUPÉRATION ACTIVE CHEZ LE CHEVAL DE SPORT – ANALYSE DES PRATIQUES VÉTÉRINAIRES ET SPORTIVES

Auteur

CAMPTORT Thomas

Résumé

La fluidothérapie intraveineuse est utilisée pour la récupération des chevaux de sport, bien que son efficacité ne soit pas scientifiquement démontrée. Cette étude, en comparant les pratiques vétérinaires et médicales humaines, souligne un paradoxe : interdite pour les athlètes humains, elle reste tolérée chez le cheval, soulevant des questions d'éthique et de bien-être animal. Son usage repose davantage sur des habitudes de terrain que sur des preuves objectives, plaçant les vétérinaires face à des dilemmes entre attentes des propriétaires, performance sportive et garant du bien-être animal. Dans une société où la transparence et l'équité sportive sont de plus en plus exigées, l'harmonisation des réglementations devient nécessaire. L'interdiction de cette pratique en compétition, inscrite au règlement FEI dès 2025, marque un tournant vers une gestion plus responsable du cheval athlète, conciliant performance et respect du bien-être animal. Une collaboration étroite entre chercheurs, vétérinaires et instances anti-dopage semble nécessaire pour concilier performance et bien-être animal. Ce défi ouvert appelle à une vigilance et une adaptation constante de nos pratiques.

Mots-clés

CHEVAL, SPORT, FLUIDOTHÉRAPIE, RÉCUPÉRATION, PERFORMANCE

Jury

Président du jury : Pr CALENDER Alain

1er assesseur : Dr BENAMOU-SMITH Agnès

2ème assesseur : Dr GANGL Monika